

INFLUENCIA DE PORTAINJERTOS RESISTENTES A *Meloidogyne incognita* (KOFOID Y WHITE) CHITWOOD SOBRE LA CALIDAD DE LAS PLÁNTULAS INJERTADAS Y LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN CONDICIONES PROTEGIDAS.

Farah M. González Userralde¹, Antonio S. Casanova Morales¹, Mayra G. Rodríguez Hernández², Ileana Miranda Cabrera².

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes portainjertos sobre la calidad de las plántulas injertadas y la productividad del cultivo del tomate 'HA 3105' F₁. El trabajo se condujo en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" en una casa de cultivo protegido modelo Tropical A-12, sobre un suelo Ferralítico Rojo típico éutrico, durante los meses de noviembre a junio 2009/2010 (año 1) y 2010/2011 (año 2), respectivamente. Los portainjertos evaluados fueron 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' F₁, *Solanum torvum* Sw. y *Solanum globiferum* Dun. que fueron injertados por el método de púa terminal con el híbrido 'HA 3105' F₁, utilizado también como control sin injertar. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y seis tratamientos. La plantación se realizó a una densidad de 2 plantas.m⁻² en una parcela experimental de 10 m². Se evaluaron variables morfológicas y productivas. En ambos años se logró una adecuada compatibilidad vegetativa entre el 'HA 3105' F₁ y los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort'. El injerto con el 'HA 3105' F₁ sobre *S. torvum* y *S. globiferum*, presentaron incompatibilidad de tipo localizada, un menor crecimiento vegetativo y rendimientos inferiores al resto de los tratamientos. El rendimiento en el tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' (148,34 t.ha⁻¹ y 136,71 t.ha⁻¹) fue significativamente superior al del control sin injertar (135,15 t.ha⁻¹ y 115,83 t.ha⁻¹), efecto asociado a un mayor número de frutos por planta y masa de los frutos. La técnica de injerto permitió revalorizar el cultivar 'Rossol' como un portainjerto potencial para la producción protegida de tomate.

Palabras clave: tomate, injerto, portainjerto, compatibilidad, productividad.

Influence of rootstocks resistant to *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood on quality of grafted seedlings and production of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected conditions.

ABSTRACT

The effect of different rootstocks on the quality of the grafted seedlings and productivity of 'HA 3105' F₁ tomato was evaluated. The work was conducted at the "Liliana Dimitrova" Horticultural Research Institute in a Tropical A-12 protected cultivation house on a typical eutric Red Ferralitic soil during the months of november to june 2009/2010 (year 1) and 2010/ 2011 (year 2), respectively. The rootstocks evaluated were 'Rossol', 'Motel', 'Beaufort' F₁, *Solanum torvum* Sw. and *Solanum globiferum* Dun., which were grafted by the method of terminal cleft with the hybrid 'HA 3105' F₁, also used as ungrafted control. A design of randomized blocks with three replicates and six treatments was used. Planting was carried out at a density of 2 plants.m⁻² in an experimental plot of 10 m².

DraC. Farah M. González Userralde, Investigador Auxiliar del Grupo de Hortalizas¹Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). Carretera Bejucal – Quivicán, km 33½, Quivicán, Mayabeque, Cuba. Email: m.cultivo2@liliana.co.cu,²Laboratorio de Nematología Agrícola. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Morphological and productive variables were evaluated. In both years an adequate vegetative compatibility between 'HA 3105' F₁ and rootstocks 'Rossol', 'Motelle' and 'Beaufort' was achieved. The grafts of 'HA 3105' F₁ in *S. torvum* and *S. globiferum* presented localized incompatibility, lower vegetative growth and yields lower than the rest of the treatments. The yield in the treatment 'HA 3105'/'Rossol' (148.34 t.ha⁻¹ and 136.71 t.ha⁻¹) was significantly higher than the ungrafted control (135.15 t.ha⁻¹ and 115.83 t.ha⁻¹), an effect associated with a higher number of fruits per plant and fruit mass. The grafting technique allowed to evaluate the 'Rossol' cultivar as a potential rootstock for protected tomato production.

Key words: tomato, grafting, rootstocks, compatibility, productivity.

INTRODUCCIÓN

El injerto en el cultivo del tomate es una técnica común en países como Japón, Corea y España donde se producen al año 500, 156 y 73 millones de plantas de tomate injertadas, respectivamente. En América esta técnica a nivel comercial es de reciente introducción en diferentes sectores agrícolas, destacándose México con una producción anual de 16 millones de plantas injertadas, cultivadas en una superficie de 1 600 ha, mientras que en Chile se informa 8,5 millones de plantas de tomate injertadas anuales en unas 1 000 ha (Lee *et al.*, 2010 y Camacho, 2015).

Esta técnica se basa generalmente en la utilización de portainjertos híbridos interespecíficos de tomate (*Solanum lycopersicum* L. × *Solanum habrochaites* S.), que presentan afinidad botánica con las variedades cultivadas y confieren resistencia a plagas del suelo, tolerancia a estrés bióticos, rusticidad, precocidad, así como generan una mejor absorción de nutrientes, incrementos del rendimiento y mejora de la calidad del fruto (Miguel, 1997 y Camacho, 2012).

A nivel mundial la búsqueda de nuevos portainjertos para el cultivo del tomate, generó la evaluación de especies silvestres afines con esta especie hortícola, que poseen tolerancia a distintos factores de estrés de origen biótico y abiótico, aunque algunas presentan dificultades en su tasa de germinación e

incompatibilidad con el tomate cultivado (Ibrahim *et al.*, 2001).

Entre los portainjertos más utilizados en la producción de tomate en Europa, Sur y Centro América se destacan King Kong; Emperador; Armstrong, 'Maxifort' y 'Arnold', debido a su resistencia y/o tolerancia a plagas del suelo, adecuada compatibilidad para injertar y elevada capacidad para mejorar el vigor y la producción (Camacho, 2015).

En Cuba, los trabajos de investigación-desarrollo de esta técnica, se asociaron al proyecto de eliminación del consumo de Bromuro de Metilo en la producción protegida de hortalizas, en el que sus principales aportes estuvieron relacionados con la selección de genotipos de solanáceas resistentes a *Meloidogyne incognita* raza 2, para ser utilizados como potenciales portainjertos del cultivo del tomate (González *et al.*, 2010).

El presente trabajo científico tuvo como objetivo evaluar el efecto de los diferentes portainjertos sobre la calidad de las plántulas injertadas y la productividad del cultivo del tomate, bajo cultivo protegido, con el fin de dotar a los productores de una táctica fitotécnica para el manejo de *Meloidogyne* spp.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD) situado en el municipio Quivicán, provincia Mayabeque, Cuba, ubicado a 22°23' de latitud Norte y

82°23' de longitud Oeste y una altitud de 68 m.s.n.m, en los meses de noviembre/2009 a junio/2010 (año 1) y noviembre/2010 a junio/2011 (año 2), respectivamente. Se evaluaron como portainjertos cinco genotipos ('Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' F1, *S. torvum* y *S. globiferum*), con características y procedencias diversas (Tabla 1). Para su selección se tuvo en consideración las principales características que debe reunir un material vegetal para ser utilizado como portainjerto según Miguel (1997).

Se empleó como injerto y control sin injertar (C), el tomate 'HA 3105' F1, de crecimiento indeterminado, elegido para este estudio por su susceptibilidad a *Meloidogyne incognita* raza 2 y tolerancia al Virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate (*Tomato yellow leaf curl virus*, aislado de Cuba, TYLCV IL [CU]), por ser las plagas de mayor afectación al cultivo del tomate bajo condiciones de cultivo protegido en Cuba (Rodríguez *et al.*, 2005; Piñón, 2009).

Tabla 1. Caracterización de genotipos de solanáceas evaluados como potenciales portainjertos del cultivo del tomate.

Portainjertos/ accesiones	Nombre científico	Procedencia	Estado	Resistencia ^(a) informada a:	Referencias
'Rossol'	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Francia	Cultivada	Mi, Ma, F, Vd	Laterrot (1975) Fernández <i>et al.</i> (1998)
'Motelle'	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Francia	Cultivada	Mi, Ma, Fol:1, 2, 3, Sm	Williamson (1998)
'Beaufort' F1	<i>Solanum lycopersicum</i> L. x <i>Solanum habrochaites</i>	Holanda	Cultivar Portainjerto comercial	Mi, Ma, Mj, ToYMV, Fol: 0,1, For, Pl, Va, Vd	Miguel <i>et al.</i> (2007)
Prendedera P- 3852	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Cuba	Silvestre	Mi, Ma, Va, F1, F2, Ps	Sikora <i>et al.</i> (2005) Rodríguez <i>et al.</i> (2009)
Güirito espinoso P-3850	<i>Solanum globiferum</i> Dun.	Cuba	Silvestre	^(b) Resistencia no informada	-

^(a)Mi: *M. incognita*; Ma: *M. arenaria*; Mj: *M. javanica*; ToYMV: *Tomato yellow mosaic virus*; F: *F. oxysporum*, F1: *F. oxysporum* raza 0; F2: *F. oxysporum* raza 1; Fol: *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* razas 0, 1, 2, 3 ; For: *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*; Pl: *P. lycopersici*; Va: *V. albo-atrum*; Vd: *V. dahliae*; Ps: *R. solanacearum*; Sm: *Stemphylium solani* Weber. ^(b)Resistencia no informada a plagas del suelo.

Las plántulas de los portainjertos y del híbrido 'HA 3105' a injertar, se produjeron en el IIHLD, en una casa de cultivo modelo Tropical-12, con cerramiento lateral de malla anti Bemisia y superior de rafia plastificada. Se utilizaron bandejas de poliestireno de 150 alvéolos con un volumen de 45 cm³ y se empleó como sustrato una mezcla de 90% turba rubia + 10% Litonita (Casanova *et al.*, 2004).

La siembra de los portainjertos 'Rossol', 'Motelle', así como el híbrido a injertar 'HA 3105', se realizó el día 15 de noviembre del 2009 (año 1) y del 2010 (año 2), respectivamente. El portainjerto 'Beaufort' y las especies silvestres *S. torvum* y *S. globiferum*, fueron sembradas anticipadamente, entre cuatro y seis días antes que el híbrido 'HA 3105' a injertar, porque su germinación y desarrollo de las plántulas son más lentas.

Durante la fase de germinación hasta la emisión de las primeras hojas verdaderas, se efectuó el riego mediante un sistema de microaspersión aérea, con una norma de 1-1,5 L. bandeja. día⁻¹. Las plántulas se fertirrigaron de forma manual partir de la emisión de las hojas verdaderas con el auxilio de una regadera según el procedimiento descrito por Casanova *et al.* (2007).

El injerto se realizó mediante el método de púa terminal según Miguel *et al.* (2007), en el Centro de Injerto Herbáceo de la Empresa Cítricos Ceiba, Artemisa, en una casa de cultivo modelo Tropical, diseñada al efecto y provista de climatización. Esta labor se efectuó a los 23, 30 y 33 días después de la siembra (dds) en dependencia de las características del portainjerto utilizado. Las plántulas injertadas pasaron la fase de cicatrización en el interior de una cámara húmeda que se ventiló parcialmente a partir del tercer día después del injerto y se abrió de forma definitiva a los siete días de realizado el injerto. Durante este período se registraron los valores de la temperatura media diaria del aire (°C) y la humedad relativa (%) con el auxilio de un termohigrógrafo digital modelo EM-913.

Las plántulas injertadas pasaron a la fase de aclimatación, por siete días hasta su trasplante, el cual se realizó el 23 de diciembre del 2010 y 2011, respectivamente, en una casa de cultivo protegido modelo Tropical A-12 del IIHLD. La investigación fue conducida sobre un suelo Ferralítico Rojo típico éutrico (Hernández *et al.*, 1999), correspondiente a la clasificación del World Reference Base como, Nitisol ferrálico ródico éutrico (IUSS, working group, WRB, 2008).

El suelo presentó un índice poblacional de *M. incognita* raza 2 de 3,35 grado (año 1) y 4,67 grado (año 2) al inicio de cada experimento. Para estimar las poblaciones se tomaron 30 muestras de suelo, siete días antes del trasplante (7 dat) mediante el método estratificado sistemático (Barker, 1985) y se

empleó el método de bioensayo utilizando como plantas indicadoras tomate cv. 'Campbell-28' (McSorley, 1987)

Se establecieron seis tratamientos, a partir de las combinaciones del híbrido 'HA 3105' injertado sobre los diferentes portainjertos y el control 'HA 3105' sin injertar descritos a continuación: T1: 'HA 3105'/'Rossol'; T2: 'HA 3105'/'Motelle'; T3: 'HA 3105'/'Beaufort'; T4: 'HA 3105'/'*S. torvum*'; T5: 'HA 3105'/'*S. globiferum*'; T6: 'HA 3105' (control sin injertar).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Las parcelas tenían una superficie de 10 m², con un total de 20 plantas en cada réplica. El trasplante se realizó sobre canteros altos de 0,60 m de ancho, en hileras sencillas separadas a 2 m y con una distancia entre plantas de 0,25 m, que equivale a una densidad de 2 plantas.m⁻². Las plantas fueron conducidas a un tallo de forma vertical y alterna hacia un doble alambre superior, separados a 50 cm, para facilitar el manejo del cultivo. El resto de las labores culturales se realizaron según los procedimientos descritos por Casanova *et al.* (2007).

El riego a la plantación se realizó localizado mediante la técnica de goteo con un caudal de 2 L.hora⁻¹. La nutrición se aplicó a través del fertirriego. Las soluciones nutritivas, dosis de riego y conductividad eléctrica se determinaron en las diferentes fases fenológicas del cultivo, según lo establecido para el cultivo protegido del tomate (Casanova *et al.*, 2007). El manejo fitosanitario; se basó en medidas culturales, físicas y químicas según lo recomendado para esta solanácea por (Bernal *et al.*, 2001).

Se registraron las variables meteorológicas: temperatura máxima, mínima y media diaria (°C) y la humedad relativa (%), con el empleo de un termohigrógrafo digital modelo EM-913 ubicado en el interior de la instalación, en una caseta meteorológica a una altura del suelo de 1,50 m.

Las evaluaciones se efectuaron a un total de 30 plantas seleccionadas al azar por tratamiento. En la fase de producción de plántulas se evaluaron las variables morfológicas altura de la plántula (cm), número de hojas (N°) por plántula y el diámetro del tallo (mm) del portainjerto (DTP) y del injerto (DTI), tres días antes del injerto (3dai) y 14 días después del injerto (ddi). Los diámetros de los tallos del portainjerto (DTP) y del injerto (DTI), fueron medidos a 2 cm por encima y por debajo de la cicatriz del injerto a los 14 (ddi). Se determinó el índice de compatibilidad (DTP/DI) mediante la relación entre el diámetro del tallo del portainjerto (DTP) y del injerto (DTI); donde el valor calculado igual a la unidad (1) indicó una adecuada compatibilidad portainjerto/injerto, mientras que valores menores o mayores de uno (1), indicaron incompatibilidad según lo descrito por Miguel *et al.* (2012).

El porcentaje de cicatrización (%) de las plántulas injertadas se evaluó a los 14 ddi, mediante el cálculo del número medio de plántulas injertadas con adecuada cicatrización, expresada en la formación del tejido de callo o conjunto de células parenquimáticas en la unión del injerto.

En la fase de plantación bajo cultivo protegido se evaluaron las variables altura de la planta (cm) y el número de hojas (N°) por planta a los 66 días después de trasplante (ddt). Se evaluó el diámetro del tallo del portainjerto (DTP) y del injerto (DTI) en milímetro, a 5 cm encima y debajo de la cicatriz del injerto, con lo cual se determinó el índice de compatibilidad portainjerto/injerto (DTP/DTI), a partir de los 22, 44 y 66 (ddt).

El número de racimos por planta (N°) y el porcentaje de fructificación (%) en los cuatro primeros racimos fueron evaluado a los 66 (ddt). En la fase de recolección se cuantificó en cada cosecha el número de frutos (N°) y la masa de los frutos por planta (kg.planta^{-1}), se determinó el valor final de cada variable mediante la suma total de todas las

cosechas. Se calculó la masa media de los frutos (g) mediante la relación entre la masa total (kg) y el número de frutos de cada tratamiento y réplica.

En cada tratamiento el rendimiento (t.ha^{-1}) se calculó al sumar la masa media de los frutos de todas las cosechas y se determinó el rendimiento propiciado por la sumatoria de los frutos de las categoría extra y primera mediante el código de calibración de la norma cubana (ININ, 2009 [NC 735-1]), donde se clasifican los frutos, según el diámetro máximo de la sección ecuatorial.

Los datos de las variables analizadas fueron sometidos a un Análisis de Varianza de clasificación doble (ANOVA) sin interacción entre las réplicas. Para la comparación entre las medias se utilizó la prueba de Prueba de Rangos Múltiples de Tukey al 5%, de probabilidad del error según Lerch (1977). El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante la utilización del paquete estadístico SAS versión 9.0. (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cada uno de los años experimentales el portainjerto 'Beaufort', resultó significativamente superior en altura al resto de los genotipos, lo cual estuvo asociado a las características genéticas del cultivar. Las plántulas de 'Rossol', 'Motelle' y el híbrido a injertar 'HA 3105' tres días antes del injerto (3 dai), no presentaron diferencias significativas en la variable altura de la plántula (Tabla 2).

Los valores alcanzados en la altura de las plántulas de estos genotipos se consideraron favorables ya que se corresponden con los recomendados por Miguel *et al.* (2007), para el injerto en el cultivo del tomate. La altura de la plántula es una variable morfológica importante en el proceso de injerto, ya que determina la altura del corte del tallo, de ambas partes vegetativas, lo cual permite indicar el posible riesgo de franqueo del cultivar a injertar.

Con relación a las variables número de hojas y diámetro del tallo no se observaron diferencias

significativas entre los portainjertos 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el híbrido a injertar 'HA 3105'. Los portainjertos *S. torvum* y *S. globiferum*, manifestaron un crecimiento vegetativo significativamente inferior al resto de los tratamientos, expresado en las variables altura de la plántula, número de hojas y diámetro del

tallo en los dos años estudiados (Tabla 2), resultado que se debió a las características genéticas que presentan estas especies silvestres, caracterizadas según Ibrahim *et al.* (2001), por un bajo poder germinativo de las semillas y lenta emergencia de las plántulas.

Tabla 2. Comportamiento morfológico de las plántulas de portainjertos e injerto (3dai)

Tratamientos	Altura (cm)		Hojas (Nº)		D. Tallo (mm)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
T1: Rossol ¹	11,66 b	10,76 b	4,00 a	3,97 a	2,22 a	2,25 a
T2: Motelle ¹	11,55 b	10,65 b	4,00 a	4,00 a	2,17 a	2,16 a
T3: Beaufort ¹	12,99 a	11,99 a	4,00 a	4,00 a	2,15 a	2,21 a
T4: <i>S. torvum</i> ¹	8,30 c	8,30 c	2,23 b	2,15 b	1,63 b	1,67 b
T5: <i>S. globiferum</i> ¹	7,78 c	7,78 c	2,20 b	2,15 b	1,62 b	1,60 b
T6: HA 3105 (C) ²	11,00 b	10,77 b	4,00 a	4,00 a	2,19 a	2,22 a
ESx	0,12***	0,13***	0,03***	0,04***	0,01***	0,01***
CV (%)	15,81	17,74	11,48	12,50	6,87	6,87

¹Potainjerto ²Injerto. Medias con letras diferentes, en una misma columna, indican diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey. (C): Control sin injertar; D. Tallo: Diámetro del tallo; dai: Días antes del injerto.

Para lograr una cicatrización exitosa, las plántulas deben tener entre dos a cuatro hojas verdaderas desplegadas y un diámetro del tallo de 1,8-2,6 mm (Miguel *et al.*, 2007). En la presente investigación, los valores de las variables morfológicas de los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort', se corresponden con los recomendados, no así en los portainjertos *S. torvum* y *S. globiferum*, en los cuales la variable diámetro del tallo, mostraron valores inferiores a los recomendados (Tabla 2).

Es relevante destacar que en los dos experimentos el diámetro del tallo resultó similar en los portainjertos 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el híbrido a injertar 'HA 3105', sin diferencias significativas a los (3dai), requisito indispensable para lograr una unión exitosa del injerto. Sin embargo, el comportamiento de esta variable en *S. torvum* y *S. globiferum* fue significativamente inferior al del injerto 'HA 3105',

resultado que indicó una respuesta varietal diferente, cuando se utilizan portainjertos de especies botánicas diferentes al injerto (Tabla 2).

En el tratamiento control, la altura de la plántula fue significativamente superior a los 14 ddi en cada año de experimento. Las plántulas injertadas sobre *S. torvum* y *S. globiferum* presentaron valores significativamente inferiores en esta variable al resto de los tratamientos. En la variable número de hojas por plántulas en cada uno de los años de experimentos, no se observó diferencia significativa en los tratamientos (Tabla 3).

Los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' y el injerto 'HA 3105', no presentaron diferencia significativa entre sí en la variable diámetro del tallo en cada año experimental, resultado que propicio un adecuado índice de compatibilidad, con una relación DTP/DTI= 1 y 1,01. El diámetro del tallo de *S. torvum*

y *S. globiferum*, resultó significativamente menor que el del injerto 'HA 3105', con un índice de compatibilidad menor que la unidad, lo cual propició síntomas de incompatibilidad de tipo localizada en los dos años de estudio (Tabla 4).

Este resultado se corresponde con la caracterización realizada por Hartmann y Kester (1992), quienes

describieron que los síntomas de una incompatibilidad localizada, propician una discontinuidad vascular en la zona de unión, lo cual dificulta la translocación de asimilados a través del injerto e influye negativamente sobre el crecimiento vegetativo de las plantas injertadas.

Tabla 3. Comportamiento morfológico de las plántulas de tomate 'HA 3105' injertadas y sin injertar a los 14 ddi.

Tratamientos	Altura (cm)		Hojas (N°)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	20,33 bc	20,22 bc	4,87	5,00
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	21,47 b	22,37 b	5,00	5,00
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	19,63 c	19,83 c	5,23	5,25
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	15,19 d	15,63 d	4,79	4,83
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	14,63 d	15,19 d	4,70	4,68
T6: 'HA 3105' (C)	24,30 a	25,02 a	5,00	5,00
ESx	0,28***	0,26***	0,23 ns	0,33 ns
CV (%)	19,66	18,50	16,74	12,74

Medias con letras diferentes, en una misma columna, muestran diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey. (C): Control sin injertar; ddi: Días después del injerto.

Tabla 4. Comportamiento morfológico de las plántulas de tomate 'HA 3105' injertadas y sin injertar a los 14 ddi.

Tratamientos	Año 1					Año 2				
	DTP DTI		ESx	CV (%)	DTP/DTI	DTP DTI		ESx	CV (%)	DTP/DTI
	(mm)	(mm)				(mm)	(mm)			
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	3,77	3,77	0,07 ns	9,61	1,00 a	3,86	3,86	0,08 ns	9,75	1,00 a
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	4,03	4,04	0,06 ns	9,93	1,01 a	4,11	4,01	0,07 ns	9,89	1,01 a
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	3,63	3,62	0,07 ns	8,39	1,01 a	3,67	3,65	0,06 ns	8,59	1,01 a
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	2,59 b	4,24 a	0,03***	7,93	0,61 b	2,66 b	4,22 a	0,04***	7,86	0,63 b
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	2,56 b	4,14 a	0,03***	7,52	0,62 b	2,39 b	4,10 a	0,04***	7,79	0,58 b
T6: 'HA 3105' (C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESx	-	-	-	-	0,03***	-	-	-	-	0,03***
CV (%)	-	-	-	-	10,37	-	-	-	-	15,37

Medias con letras diferentes, en una misma fila en las variables diámetro del tallo del portainjerto (DTP) y del injerto (DTI), muestran diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey. (C): Control sin injertar; ddi: Días después del injerto.

En la variable porcentaje de cicatrización no se observó diferencia significativa en las plántulas del híbrido 'HA 3105' injertadas sobre los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort', en cada año de experimento. En estas combinaciones injerto/portainjerto se logró una cicatrización exitosa,

motivada por la afinidad botánica entre dichos genotipos (Figura 1). Los injertos del híbrido 'HA 3105' sobre *S. torvum* y *S. globiferum*, lograron un porcentaje de cicatrización entre 95 y 97%, debido al contacto eficaz de la zona de cambium del injerto, proporcionado por el método de injerto utilizado.

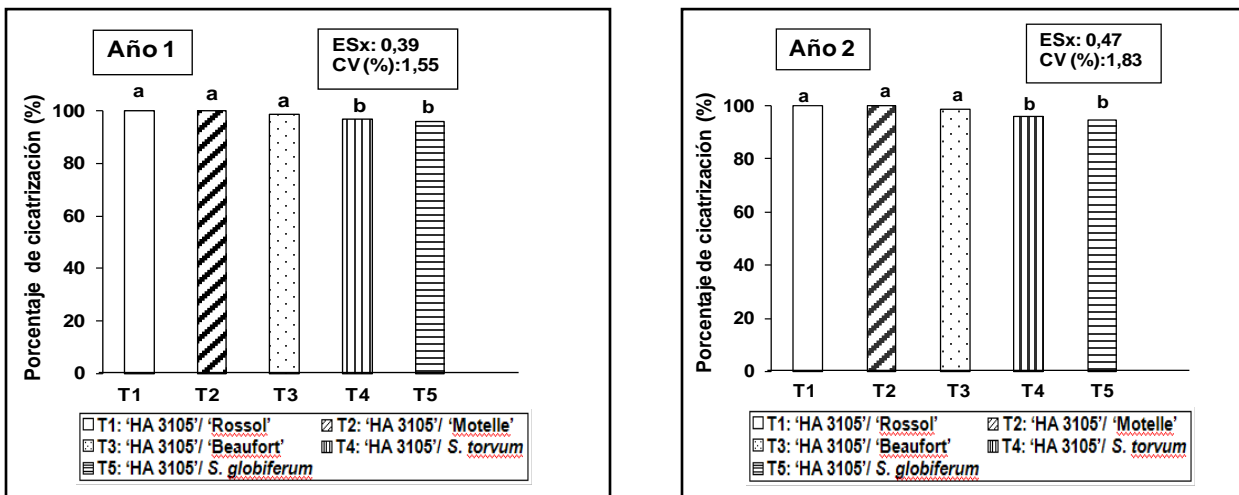


Figura 1. Porcentaje de cicatrización de las plantas de tomate 'HA 3105' injertadas a los 14 ddi. Año 1 y Año 2. (Medias con letras diferentes, indican diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey).

Las condiciones ambientales controladas durante la fase de cicatrización, favorecieron el éxito del injerto. Las temperaturas medias diarias se mantuvieron entre 22-23 °C y la humedad relativa 85-87%, valores óptimos para el proceso de cicatrización del injerto en plántulas de tomate injertadas con el método de púa terminal, los que se corresponden con lo informado por Miguel *et al.* (2007).

Bajo condiciones protegidas en el primer año experimental, a los 66 ddt, la variable altura de la planta no mostró diferencia significativa entre las plantas injertadas con 'Rossol', 'Motelle' y el control sin injertar 'HA 3105' (Tabla 5). En el año 2, no se observó diferencia significativa en esta variable, entre los injertos sobre 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el tratamiento control.

Con relación al número de hojas por planta en cada año experimental, no se observó diferencia significativa entre las plantas injertadas sobre 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el tratamiento control. Tanto la variable altura de la planta como el número de hojas por planta, resultaron significativamente inferiores en los injertos sobre *S. torvum* y *S. globiferum*, con diferencia significativa entre sí y el resto de los tratamientos (Tabla 5). La disminución de la altura de las plantas injertadas sobre *S. torvum* y *S. globiferum*, pudo deberse a la interrupción en la translocación de asimilados entre portainjertos e injerto incompatibles, debido a diferencias botánicas, anatómicas e intolerancia fisiológica a nivel celular en injertos interespecíficos, resultado que se corresponde con lo informado por Andrew y Marquez,

(1993) en injerto de tomate sobre diferentes especies silvestres de *Solanum*.

El índice de compatibilidad resultó significativamente superior en las plantas injertadas sobre 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort', a los 22, 44 y 66 ddt, con una relación favorable (DTP/DTI=1-1,05) en cada año

experimental, debido a la similitud en el diámetro del tallo de portainjertos e injerto. Sin embargo, este índice resultó significativamente inferior en los injertos sobre *S. torvum* y *S. globiferum*, debido a la diferencia en el diámetro del tallo entre los portainjertos y el injerto 'HA 3105' (Tabla 5).

Tabla 5. Comportamiento morfológico de las plantas de tomate 'HA 3105' injertadas y sin injertar en condiciones de cultivo protegido. Año 1 y Año 2.

Año 1

Tratamientos	Altura (cm)	Hojas (N°)	22 ddt	44 ddt	66 ddt
			DTP/DTI (mm)	DTP/DTI (mm)	DTP/DTI (mm)
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	206,39 ab	27,89 ab	1,03 a	1,03 a	1,00 a
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	209,72 a	25,14 ab	1,02 a	1,04 a	1,03 a
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	202,28 b	26,75 ab	1,01 a	1,05 a	1,02 a
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	162,50 c	22,31 c	0,81 b	0,84 b	0,86 b
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	122,72 d	18,08 d	0,67 c	0,73 c	0,74 c
T6: 'HA 3105' (C)	210,67 a	29,50 a	-	-	-
ESx	0,78***	0,31***	0,39***	0,01***	0,01***
CV (%)	17,91	13,25	10,23	14,90	12,49

Año 2

Tratamientos	Altura (cm)	Hojas (N°)	22 ddt	44 ddt	66 ddt
			DTP/DTI (mm)	DTP/DTI (mm)	DTP/DTI (mm)
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	206,39 ab	27,89 ab	1,03 a	1,03 a	1,00 a
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	209,72 a	25,14 ab	1,02 a	1,04 a	1,03 a
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	202,28 b	26,75 ab	1,01 a	1,05 a	1,02 a
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	162,50 c	22,31 c	0,81 b	0,84 b	0,86 b
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	122,72 d	18,08 d	0,67 c	0,73 c	0,74 c
T6: 'HA 3105' (C)	210,67 a	29,50 a	-	-	-
ESx	0,78***	0,31***	0,39***	0,01***	0,01***
CV (%)	17,91	13,25	10,23	14,90	12,49

Medias con letras diferentes, en una misma columna, indican diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey. DTP: Diámetro del tallo del portainjerto; DTI: Diámetro del tallo del injerto; DTP/DTI: Índice de compatibilidad; (C): Control sin injertar; ddt: días después del trasplante.

La incompatibilidad localizada determinada en la presente investigación entre el híbrido 'HA '3105', sobre *S. torvum* y *S. globiferum* motivó un efecto negativo sobre el crecimiento vegetativo de las plantas en estos tratamientos. Este resultado concuerda con lo informado por Miguel *et al.* (2012) quienes observaron en combinaciones incompatibles de *Solanum torvum* con injertos de cultivares de tomate, reducción en el crecimiento vegetativo de las plantas injertadas.

Las plantas injertadas sobre 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' superaron significativamente al control sin injertar en la variable fructificación en cada año experimental; mientras que en el número de racimos por planta, no se observó diferencia significativa entre estos tratamientos. En la variable número de frutos por planta el tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' resultó significativamente superior al control en los dos años

experimentales y en la masa media del fruto en el segundo año de la investigación (Tabla 6).

En relación con la variable número de frutos por planta en el año 1, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos con 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort'. En cambio en el año 2; los tratamientos con 'Rossol' y 'Motelle' no difieren significativamente entre los mismos, pero sí con el resto de los tratamientos. En la variable masa media del fruto no se observó diferencia significativa entre los tratamientos con 'Motelle' y 'Beaufort' en el año 1, los cuales presentaron diferencias significativas con el tratamiento con 'Rossol'. Los injertos sobre 'Rossol' y 'Beaufort', no difieren significativamente entre sí, con respecto a la variable masa media del fruto en el año 2, pero éstos a su vez presentaron diferencias significativas con el resto de los tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Fructificación y principales componentes del rendimiento de plantas de tomate 'HA 3105' injertadas y sin injertar. Año 1 y 2.

Tratamientos	Fructificación (%)		Racimos/planta (N°)		Frutos/planta (N°)		Masa media fruto (g)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
T1: 'HA 3105'/'Rossol'	80,33 a	88,98 a	7,50 a	7,00 a	49,40 a	41,87 a	159,64 a	159,30 a
T2: 'HA 3105'/'Motelle'	78,49 a	87,76 a	6,72 a	6,50 a	46,55 ab	42,35 a	152,80 b	148,99 b
T3: 'HA 3105'/'Beaufort'	80,02 a	90,69 a	6,67 a	6,62 a	46,87 ab	34,68 b	153,82 b	156,16 a
T4: 'HA 3105'/' <i>S. torvum</i> '	46,37 c	66,10 c	4,33 b	3,72 b	27,40 c	23,79 c	115,71 c	96,33 c
T5: 'HA 3105'/' <i>S. globiferum</i> '	41,05 c	68,94 c	4,22 b	3,28 c	22,06 d	16,01 d	108,59 d	82,42 c
T6: 'HA 3105' (C)	65,11 b	78,22 b	6,98 a	6,45 a	37,12 b	33,16 b	157,40 ab	146,77 b
ESx	1,68***	1,30***	0,21***	0,46***	1,58***	0,39***	1,33***	2,99***
CV (%)	15,36	17,01	12,36	17,64	27,94	21,69	15,29	23,22

Medias con letras diferentes, en una misma columna, indican diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey. (C): Control sin injertar.

Los resultados anteriores se comportaron similares a los obtenidos por otros autores como Pacheco (2012) quienes lograron mayores valores en los principales

componentes del rendimiento de plantas injertadas de tomate sobre portainjertos comerciales de este cultivo.

En el primer año experimental, las plantas injertadas sobre 'Rossol' y 'Beaufort' no mostraron diferencias significativas en las variables de producción de frutos por planta y rendimiento. En cambio en el año 2, los tratamientos con 'Rossol' y 'Motelle' no difieren significativamente en las mencionadas variables. Por otra parte el tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' superó significativamente al control en las variables producción de frutos por planta, rendimiento de frutos de categoría extra + primera y rendimiento total en cada año de la investigación (Tabla 7).

Con relación al rendimiento de frutos de extra + primera categoría en el año 1, los injertos sobre 'Rossol' y 'Beaufort', no mostraron diferencias significativas entre los mismos, pero sí difirieron con el resto de los tratamientos. En el año 2 el rendimiento de extra + primera categoría de los

tratamientos con 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' no difieren significativamente entre sí.

El rendimiento total alcanzado en el tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' en los dos años de investigación, se consideraron altos (148,34 t.ha⁻¹ y 136,71 t.ha⁻¹), así como los de su producción de frutos por planta (7,99 kg. planta⁻¹ y 7,18 kg. planta⁻¹), respectivamente, resultado que se corresponde con el rendimiento potencial del cultivar de tomate híbrido 'HA 3105' sin injertar, alcanzado a nivel comercial bajo condiciones protegidas (Casanova *et al.*, 2003).

Los tratamientos con *S. torvum* y *S. globiferum* mostraron valores significativamente inferiores al control y al resto de los tratamientos, en las variables de producción de frutos por planta, rendimiento de frutos de extra + primera categoría y rendimiento total en cada año, con diferencias significativas entre sí en el primer año experimental.

Tabla 7. Producción de frutos por planta y rendimientos en plantas de tomate injertadas y sin injertar. Año 1 y 2.

Tratamientos	Producción (kg.planta ⁻¹)		Rendimiento extra + primera (t.ha ⁻¹)		Rendimiento total (t.ha ⁻¹)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
T1: 'HA 3105'/'Rossol'	7,99 a	7,18 a	124,60 a	124,51 a	148,34 a	136,71 a
T2: 'HA 3105'/'Motelle'	7,07 b	6,59 ab	109,72 b	113,79 ab	136,68 bc	129,64 ab
T3: 'HA 3105'/'Beaufort'	7,53 ab	5,56 b	119,57 a	102,67 ab	145,40 ab	112,46 b
T4: 'HA 3105'/'S. torvum'	3,10 c	2,31 c	33,46 c	20,16 c	61,15 d	45,71 c
T5: 'HA 3105'/'S. globiferum'	2,35 d	1,29 c	19,80 d	10,26 c	44,51 e	25,06 c
T6: 'HA 3105' (C)	6,10 b	6,02 b	115,83 b	91,78 b	135,15 c	107,67 b
ESx	0,53***	0,54***	10,53***	10,63***	10,33***	10,38***
CV (%)	29,08	27,72	21,68	22,63	29,10	27,44

Medias con letras diferentes, en una misma columna, indican diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la prueba de Tukey. (T): Control sin injertar

De forma general se observó en los tratamientos evaluados variabilidad en el crecimiento vegetativo de las plantas, en la producción de frutos por planta y su rendimiento en cada uno de los años de experimentos. Este comportamiento estuvo asociado al efecto de los cultivares utilizados como portainjertos y a la respuesta de las plantas injertadas

frente a los eventos de compatibilidad o incompatibilidad localizada entre portainjertos e injerto.

Un comportamiento similar al obtenido en el presente trabajo fue informado por Nafarrate *et al.* (2010), al plantear que el efecto de las plantas injertadas en términos de crecimiento, productividad y rendimiento

del cultivo está relacionado con la respuesta de compatibilidad o incompatibilidad entre portainjerto-injerto. Al respecto también informaron que eventos de incompatibilidad pueden propiciar pérdidas en el rendimiento del cultivo, al provocar interrupción en el crecimiento vegetativo de la planta y trastornos fisiológicos.

CONCLUSIONES

- Los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' lograron adecuada compatibilidad vegetativa con el híbrido de tomate 'HA 3105', a partir de la fase de plántula.
- El tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' superó al control no injertado 'HA 3105', en el rendimiento y sus componentes principales número de frutos por planta y masa del fruto en ambos años de la investigación.
- Los portainjertos silvestres *Solanum torvum* y *Solanum globiferum* presentaron incompatibilidad de tipo localizada con el híbrido 'HA 3105', desde la fase de plántula, propiciando un menor crecimiento vegetativo y rendimientos inferiores al resto de combinaciones portainjerto/injerto evaluadas.
- El cultivar 'Rossol' mostró potencialidades como portainjerto para mejorar la productividad del cultivo del tomate.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, P. K. y Marquez, C. S. (1993). Graft incompatibility. Horticultural reviews (15):183-232.
- Barker, K. R. (1985). Sampling nematode communities. En: Barker, K. R., Carter, CC. y Sasser, J. N. (Eds). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. II: Methodology. Dept. Plant Pathology and United State Agency for International Development. North Carolina State University. pp. 3-35.
- Bernal, Blanca, Rivero, L. y Pérez, W. (2001). Manejo de plagas en híbridos de tomate bajo condiciones de cultivo protegido. Fitosanidad, 5 (1): 41-46.
- Camacho, F. (2012). El injerto en tomate como alternativa al Bromuro de Metilo. Experiencias con esta técnica en San Quintín. [en línea] México, 26 p. [fecha de consulta: 13 abril 2013]. Disponible en: <http://www.franciscocamachoferre.es>.
- Camacho, F. (2015). Plantas injertadas, más vigorosas y resistentes. [fecha de consulta: 18 de enero 2016]. Disponible en: <http://www.redagricola.com/reportajes/hortalizas/plantas-de-tomate-injertadas-mas-vigorosas-y-resistentes>. Redagícola Hortalizas.
- Casanova, A., Gómez, Olimpia, Hernández, M., Chailloux, Maritza, Depestre, T., Pupo, F. R., Hernández, J. C., Moreno, V., León, María, Igarza, A. (2003). Manual para la producción protegida de hortalizas. 1ra. Ed., Editora: Liliana. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. 120 p.
- Casanova, A., Gómez, Olimpia, González, Farah M., Depestre, T., Cardoza, Hortensia, Hernández, M., Planas, A., Igarza, A. y Castro, J. A. (2004). Contribución al establecimiento de un sistema competitivo de obtención de plántulas hortícolas enraizadas en contenedores para condiciones tropicales. Propuesta Premio Academia de Ciencias Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". 43 p.
- Casanova, A., Gómez, Olimpia, Pupo, F. R., Hernández, M., Chailloux, Maritza, Depestre, T., Hernández, J. C., Moreno, V., León, María, Igarza, A. (2007). Manual para la producción protegida de hortalizas. 2da. ed. Maracay, Venezuela: Editorial Liliana. 138p.
- Fernández, E., Pérez, M., Gandarilla, Hortensia, Vázquez, R., Fernández Marina, Paneque, M. (1998). Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp. mediante el empleo de cultivos no

- susceptibles. Boletín Técnico, Sanidad Vegetal, 4 (4): 1-18.
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. (1992). Propagación de plantas. Principios y Prácticas. (Ed.)(CECSA). 6ta reimpresión, México. 466 p.
- González, Farah M, Gómez, Lucila, Rodríguez, Mayra G., Piñón, Mayte, Casanova, A., Gómez, Olimpia, Rodríguez, Yaritza. (2010). Respuesta de genotipos de solanáceas frente a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood raza 2 y *M. arenaria* (Neal) Chitwood. Rev. Protección Vegetal, 25 (1): 51-57.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D. y Rivero, L. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR, La Habana, 64 p.
- Ibrahim, M. M., Munira, K., Kabir, M. S., Islam, A. K., Miah M. M. (2001). Seed germination and graft compatibility of wild *Solanum* as rootstock of tomato. On Line Journal of Biological Sciences, 1 (8): 701-703.
- ININ. 2009. NC 735-1: (2009). Tomate especificaciones parte 1: tomate para consumo directo Oficina Nacional de Normalización (ININ). Ciudad de la Habana. 10p.
- IUSS working group WRB. (2008). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 103. Roma: FAO/ISRIC. ISBN: 978-92-5-305511, 117p.
- Laterrot, H. (1975). Séries de lignées isogéniques de tomate ne différant que par certains gènes de résistance aux maladies. Phytopathologia Mediterranea, (14): 129-30.
- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z. M., Hoyos, P., Morra, L., Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Horticulturae, 127 (2): 93-105.
- Lerch, G. (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Ed. Científico- Técnica, La Habana. 235 p
- McSorley, R. (1987). Extraction of nematodes and sampling methods. En Principles and practice of nematode control in crops. R. H. Brown and B. Kerry (Eds.) Academic Press. Pp. 13 – 47.
- Miguel, A. (1997). Injerto en hortalizas. Valencia: Edit. Generalitat Valenciana Conserjería de Agricultura, Pesca y Alimentación. 88 p.
- Miguel, A., Marsal, J. I., Goto, R., Ramos, S. y Bosch, V. (2012). Efecto del injerto en tomate de otoño. [en línea] Cuba. 7 p. [fecha de consulta: 10 febrero 2013] Disponible en: [http://tomatecherry.es/index.php/injertos de tomate interespecificos/ injerto en hortícolas.html](http://tomatecherry.es/index.php/injertos_de_tomate_interespecificos/injerto_en_hortícolas.html)
- Miguel, A., Torre, M., Baixauli, C., Maroto, C., Concepción, J., López, Milagros, García-Jiménez, J. (2007). Injerto en hortalizas. Madrid: Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación. 155 p.
- Nafarrate, F., Fernando, A., Sánchez, T. y Camacho, F. (2010). Evaluación agronómica del comportamiento y vigor entre diferentes tipos de portainjertos en tomate Cherry (*Lycopersicum pimpinellifolium* L. Mill) cv. Salome. Revista Terralia, (79): 32-37.
- Pacheco, R. (2012). Efecto de diferentes portainjertos sobre el crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) bajo invernadero plástico. Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. 4p.
- Piñón, Mayte. (2009). Obtención de líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) resistentes al *virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate* (TYLCV) en Cuba. Tesis (Doctor en Ciencia Agrícola). Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). 126p.
- Rodríguez, Mayra G., Sánchez, Lourdes, Gómez, Lucila, Hidalgo, L., González, E., Gómez, Maylen, Díaz-Viruliche, Luisa, Casanova, A., Cuadra, R., Fernández, E. y Hernández, R. (2005). *Meloidogyne* spp., plagas de las hortalizas: Alternativas para su

- manejo en sistemas de cultivo protegido. Revista Protección Vegetal, 20 (1): 1-10.
- Rodríguez, Mayra G., Gómez, Lucila, González, Farah M., Carrillo, Yudines, Piñón, Mayte, Gómez, Olimpia, Casanova, A., Álvarez, Martha y Peteira, Belkis. (2009). Comportamiento de genotipos de la familia *solanaceae* frente a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. Revista Protección Vegetal, 24 (3): 137-145.
- SAS Institute Inc. (2002). Statitisc Analysis System SAS versión 9.0. Cary, NC. USA
- Sikora, R. A. y Fernández, E., (2005). Nematode parasites of vegetable. En: Luc, M., Sikora, R. A. y Bridge, J. (Eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2da. ed. CABI, UK. pp. 319-392.
- Willianson, Valerie. (1998). Root-knot nematode resistance genes in tomato and their potential for future use. Annu Rev. Phytopathol. (36): 277-293.

Fecha recibido: 9 de marzo de 2016.

Fecha aceptado: 18 de abril de 2016.