

COMPORTAMIENTO DE PORTAINJERTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LOS FRUTOS DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) EN CONDICIONES PROTEGIDAS

Farah M. González Userralde, Antonio S. Casanova Morales¹, Mayra G. Rodríguez Hernández², Julia M. Salgado Pulido¹, Ileana Miranda Cabrera²

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento del rendimiento y la calidad de los frutos en plantas de tomate injertadas sobre diferentes portainjertos. El trabajo se condujo en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" en una casa de cultivo protegido, sobre un suelo Ferralítico Rojo típico éutrico, 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 'HA 3105' F₁, utilizado también como control sin injertar. Se empleó un diseño experimental 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 de 10 m². Se evaluaron variables productivas y de calidad externa e interna del fruto. El rendimiento en el tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' fue significativamente superior al del control sin injertar en ambos años. La técnica de injerto no afectó la calidad del fruto de las plantas de tomate injertadas. Resultó similar o significativamente superior al control, los valores de firmeza, grosor del pericarpio, eje ecuatorial y polar del fruto en los tratamientos con 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' y la variable sólidos solubles totales en los injertos sobre *S. torvum* y *S. globiferum*.

Palabras clave: portainjerto, tomate, injerto, rendimiento, calidad, fruto

Behavior of rootstocks on yield and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected conditions**ABSTRACT**

The yield behavior and the quality of fruits in tomato plants grafted on different rootstocks were evaluated. The work was conducted at "Liliana Dimitrova" Horticultural Research Institute in a protected cultivation house on a typical eutric Red Ferralitic soil, from November to June 2009/2010 (year 1) and 2010/2011 (year 2), respectively. The rootstocks evaluated were 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' F₁, *Solanum torvum* Sw. and *Solanum globiferum* Dun. that were grafted by the terminal cleft method on 'HA 3105' F₁ hybrid, also used as ungrafted control. An experimental randomized block design with three replications and six treatments were used. Planting was carried out at a density of 2 plants.m⁻² on a plot of 10 m². Yield and external and internal fruit quality variables were evaluated. The yield of the 'HA 3105'/'Rossol' treatment was significantly higher to the ungrafted control in both years. The grafting technique did not affect fruit quality of grafted tomato plants. The values of firmness, thickness of the pericarp, equatorial and polar axis of the fruit in treatments with 'Rossol', 'Motelle' and 'Beaufort' and the total soluble solids variable on *S. torvum* and *S. globiferum* grafts were similar or significantly higher than those of the control.

Key words: rootstocks, tomato, grafting, yield, quality, fruit

¹DraC. Farah M. González Userralde, Investigador Auxiliar del Grupo de Hortalizas¹, Instituto 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.

INTRODUCCIÓN

La calidad del fruto de tomate es un aspecto importante que se aborda en la agricultura protegida y depende de diversos factores como: genéticos, ambientales, de manejo del cultivo, sistema de producción, nutrición, entre otros (Davies y Hobson, 1981; Dorais *et al.*, 2001). En Cuba y en numerosos países del Trópico, se ha incrementado la superficie de cultivos hortícolas bajo condiciones protegidas. En esta región, los problemas del cultivo del tomate están asociados con aspectos climáticos, genéticos de manejo agronómico y sanitarios, los cuales conducen a bajos niveles de productividad y deterioro en la calidad de los frutos (Langlais y Ryckewaert, 2002; Casanova *et al.*, 2007).

El injerto herbáceo es una técnica de gran interés económico y ambiental en la producción protegida de hortalizas de diversos países de Asia, Europa y América. Esta técnica se basa en la unión de dos porciones de tejido vegetal, de manera que crezcan y se desarrollen como una sola planta, generándose en la combinación portainjerto/ injerto una interacción que puede afectar el crecimiento, la productividad y la calidad de los frutos obtenidos (Hartmann y Kester, 1991; Martínez *et al.*, 2011).

Ciertas combinaciones entre portainjertos y cultivares, producen un alto vigor del sistema radicular y una mayor absorción de agua y minerales que conduce a un mayor rendimiento y mejora de los frutos. (Davis *et al.*, 2008) informaron incrementos de rendimiento entre 16 y 38 %, según el portainjerto utilizado, con efectos favorables del injerto sobre la cantidad de sólidos solubles, contenido de vitamina C, licopeno y B-carotenos.

Las plantas injertadas pueden presentar frutos más grandes que las plantas no injertadas, debido a la mayor absorción de agua y minerales del portainjerto y a la síntesis y

translocación de iones y hormonas en la planta. Este efecto se ha informado en el cultivo del tomate (Lee *et al.*, 1994; Lee y Oda, 2003). Dentro de las características modificadas por el injerto se encuentran: forma del fruto, color y textura del pericarpio, concentración de sólidos solubles, acidez titulable, pH, licopeno, tamaño y peso promedio del fruto (Flores *et al.*, 2010; Turhan *et al.*, 2011).

En Cuba la utilización de la técnica de injerto herbáceo en el cultivo del tomate es novedosa y se considera una alternativa viable para incrementar la productividad y la calidad del cultivo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento del rendimiento y la calidad de los frutos en plantas de tomate injertadas sobre diferentes portainjertos en condiciones de cultivo protegido.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), situado en el municipio Quivicán, provincia Mayabeque, durante dos ciclos de producción del cultivo, de noviembre/2009 a junio/2010 (año 1) y noviembre/2010 a junio/2011 (año 2). Los experimentos se realizaron en una casa de cultivo protegido modelo Tropical A-12, sobre un suelo 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).

Se evaluaron como portainjertos los cultivares comerciales de tomate 'Rossol' y 'Motelle', el portainjerto comercial 'Beaufort' F₁ y las especies silvestres *S. torvum* y *S. globiferum*, con atributos de resistencia a *Meloidogyne incognita*. Se empleó como injerto y control sin injertar, el tomate híbrido 'HA 3105' F₁. La siembra de los portainjertos comerciales 'Rossol' y 'Motelle' y el híbrido a injertar 'HA

3105' se realizó el día 15 de noviembre del 2009 y 2010 (año 1 y año 2). El portainjerto 'Beaufort' y las especies silvestres *S. torvum* y *S. globiferum*, fueron sembradas los días 9 y 12 de noviembre de 2009 y 2010, respectivamente. El injerto se efectuó el 8 de diciembre, mediante el método de púa terminal, en el Centro de Injerto Herbáceo de la Empresa Cítricos Ceiba, provincia Artemisa.

El trasplante se realizó el 23 de diciembre del 2009 (año 1) y del 2010 (año 2), 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. Las plantas fueron deshijadas a un tallo, de forma vertical y alterna, atadas a un doble alambre superior separados a 50 cm, con una densidad de 2 plantas.m⁻². Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas y 10 m² de parcela. Las labores culturales se realizaron según los procedimientos descritos por Casanova *et al.* (2007).

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).

Para evaluar el comportamiento productivo de las plantas injertadas del híbrido 'HA 3105' sobre los portainjertos y el control sin injertar 'HA 3105', se determinó el rendimiento total del cultivo en t.ha⁻¹ (RTO T), mediante la suma de la producción de cada cosecha y se evaluaron los componentes del rendimiento: número de frutos por planta (Nº) y masa media de los frutos en gramos (MMF) de cada tratamiento.

Para el análisis de las características externas e internas del fruto se evaluaron las variables:

sólidos solubles totales en °Brix (SST) según el método refractométrico (ININ, 2001[NC-ISO 2371]); firmeza del fruto en Kg (FF) a través de la metodología (IIHLD, 2001); grosor del pericarpio en milímetros (GP), diámetro o eje ecuatorial y polar del fruto en milímetros (EEF y EPF) y el número de lóculos (NL). Se efectuaron tres muestreos de frutos de calidad extra, correspondientes a la segunda, quinta y octava cosecha, coincidiendo con el período de plena producción. Los frutos se recolectaron al azar, en estado de madurez rojo, grado 6 (maduro firme), según la carta de colores de Suslow y Canweel (2001). Se determinó la media de las tres cosechas, a un total de 45 frutos por tratamiento.

Los datos de producción y de calidad externa e interna del fruto fueron procesados mediante un Análisis de Varianza de clasificación doble (ANOVA), sin interacción entre las réplicas y para comparar las diferencias entre las medias se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey al 5% de probabilidad del error, según Lerch (1977).

La relación entre el rendimiento total (RTO T) y la masa media del fruto (MMF) con las variables de calidad externa e interna del mismo, se analizaron en diferentes ambientes año 1= A1 y año 2= A2, mediante un análisis Multivariado, por el método de Análisis de Componentes Principales (ACP). La interpretación de los resultados se representó a través de un gráfico Biplot, donde los seis tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) en los dos años de estudio, fueron ploteados a través del programa GGEBiplot para Windows, versión 4.1 (Gabriel, 1971).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable rendimiento total, no se observó diferencia significativa entre las plantas injertadas sobre 'Rossol' y 'Beaufort' en el primer año experimental, por su parte el tratamiento con 'Rossol' fue significativamente

superior al resto de los estudiados. Los injertos con 'Motelle', no presentaron diferencias significativas con el control en este año. En el segundo año, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos sobre 'Rossol' y 'Motelle', en la variable rendimiento total. El

rendimiento total del híbrido 'HA 3105' sobre 'Rossol' resultó significativamente superior al control sin injertar en cada año experimental, estas diferencias se deben a un mayor número de frutos por planta y masa media del fruto (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento total y principales componentes en plantas de tomate 'HA 3105' injertadas y el control 'HA 3105' sin injertar.

Tratamientos	Rendimiento total (t.ha ⁻¹)		Frutos/planta (N ^o)		Masa media fruto (g)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	148,34 a	136,71 a	49,40 a	41,87 a	159,64 a	159,30 a
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	136,68 bc	129,64 ab	46,55 ab	42,35 a	152,80 b	148,99 b
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	145,40 ab	112,46 b	46,87 ab	34,68 b	153,82 b	156,16 a
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	61,15 d	45,71 c	27,40 c	23,79 c	115,71 c	96,33 c
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	44,51 e	25,06 d	22,06 d	16,01 d	108,59 d	82,42 c
T6: 'HA 3105' (C)	135,15 c	107,67 b	37,12 b	33,16 b	157,40 ab	146,77 b
ESx	10,33***	10,38***	1,58***	0,39***	1,33***	2,99***
CV (%)	29,10	27,44	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

Las plantas injertadas sobre 'Rossol' superaron de forma significativa al control en la variable número de frutos por planta, en los dos años experimentales. En el primer año, no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos con 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort'. En cambio en el segundo año los injertos con 'Rossol' y 'Motelle' no difieren significativamente entre sí, pero resultaron superiores al resto de los tratamientos (Tabla 1).

Con relación a la variable masa media del fruto, el tratamiento sobre 'Rossol' presentó igual nivel de significación que el control y superó al resto de los tratamientos evaluados en el primer año experimental, mientras que en el segundo los tratamientos con 'Rossol' y 'Beaufort', presentaron el mismo nivel de significación estadístico y fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos (Tabla 1). Los resultados obtenidos coinciden con lo

informado por Miguel (1997) y Khah *et al.* (2006), quienes plantean que las plantas injertadas de tomate igualan o mejoran el tamaño del fruto con respecto a plantas sin injertar.

Los valores de rendimiento total obtenidos en el tratamiento 'HA 3105'/ 'Rossol', en los dos años de investigación, se consideraron favorables para la tecnología y se corresponden con el rendimiento esperado del cultivar de tomate híbrido 'HA 3105' sin injertar, alcanzado a nivel comercial en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (Casanova *et al.*, 2003).

Los tratamientos con *S. torvum* y *S. globiferum* mostraron valores significativamente inferiores al resto, en las variables rendimiento total y sus principales componentes: número de frutos por planta y peso medio del fruto con diferencia significativa entre sí en cada año experimental

(Tabla 1). Un comportamiento semejante fue informado por Miguel *et al.* (2012), en plantas de tomate injertadas sobre *S. torvum*, como consecuencia de la incompatibilidad mostrada en la combinación portainjerto e injerto.

Entre los atributos deseables que un portainjerto debe tener es que no altere negativamente la calidad del fruto. En esta investigación el injerto no afectó los indicadores de calidad externa e interna de los frutos evaluados. En el primer año

experimental el injerto con *S. globiferum*, superó al resto de los tratamientos en la variable sólidos solubles totales (SST). En el segundo año también superó de forma significativa al control y no mostró diferencias significativas con los injertos sobre *S. torvum*, 'Motelle' y 'Rossol'. (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Oda *et al.* (1996) quienes informaron incrementos del contenido de SST en injertos con la especie silvestre *Solanum integrifolium*.

Tabla 2. Comportamiento de la calidad externa e interna del fruto en plantas de tomate 'HA 3105' injertadas y el control 'HA 3105' sin injertar.

Año 1

Tratamientos	SST (°Brix)	FF (kg)	GP (mm)	EEF (mm)	EPF (mm)	NL (N°)
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	3,99 d	6,07 ab	8,02 a	7,72 a	5,92 a	3,42 ab
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	4,27 c	6,41 a	8,04 a	7,75 a	5,91 a	3,46 ab
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	3,97 d	4,82 cd	7,93 a	7,02 ab	5,92 a	3,64 a
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	4,58 b	4,47 d	7,15 b	6,62 de	5,79 a	3,06 b
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	4,84 a	4,29 d	7,44 b	6,29 e	5,52 b	3,06 b
T6: 'HA 3105' (C)	4,60 b	5,47 bc	8,37 a	6,67 cd	5,38 b	3,40 ab
ESx	0,05***	0,10***	0,11***	0,04***	0,02***	0,02***
CV (%)	12,79	13,66	13,29	9,88	7,35	13,69

Año 2

Tratamientos	SST (°Brix)	FF (kg)	GP (mm)	EEF (mm)	EPF (mm)	NL (N°)
T1: 'HA 3105'/ 'Rossol'	4,98 ab	6,67 bc	8,46 ab	7,09 b	6,05 a	3,40 a
T2: 'HA 3105'/ 'Motelle'	5,28 ab	6,92 b	9,33 a	7,02 b	5,94 a	3,26 ab
T3: 'HA 3105'/ 'Beaufort'	4,81 b	7,56 a	9,55 a	7,50 a	5,99 a	3,11 bc
T4: 'HA 3105'/ <i>S. torvum</i>	5,26 ab	4,74 de	6,66 bc	6,39 c	5,80 a	3,15 bc
T5: 'HA 3105'/ <i>S. globiferum</i>	5,41 a	4,51 e	6,08 c	5,71 d	5,27 b	2,86 c
T6: 'HA 3105' (C)	4,74 b	5,79 cd	8,35 ab	6,75 bc	5,26 b	3,45 a
ESx	0,05***	0,13***	0,06***	0,04***	0,03***	0,04***
CV (%)	12,79	13,36	16,09	12,00	10,34	20,32

Medias con letras diferentes, en una misma columna, indican diferencias significativas para $p \leq 0,001$ (***) según la Prueba de Tukey. SST: Sólidos solubles totales; FF: Firmeza del fruto; GP: Grosor del pericarpio; EEF: Eje o diámetro ecuatorial del fruto; EPF: Eje o diámetro polar del fruto; NL: Número de lóculos; (C): Control sin injertar.

De forma general, los valores alcanzados en los sólidos solubles totales de los frutos de las plantas injertadas y sin injertar, se mantuvieron

entre los rangos establecidos para el cultivo protegido del tomate (SST: 4-5 °Brix) lo cual coincide con lo informado por Prado (2003).

Con relación a la variable firmeza del fruto (FF) en el año 1, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos con 'Rossol' y 'Motelle'; sin embargo el injerto con 'Motelle' superó de forma significativa al control. En el año 2 la variable en estudio, resultó significativamente superior en el tratamiento con 'Beaufort'. Los menores valores de firmeza se obtuvieron sobre *S. torvum* y *S. globiferum* en cada año, sin diferencias significativas entre sí (Tabla 2).

En cada uno de los años la variable grosor del pericarpio (GP), no presentó diferencia significativa entre 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el control. Los injertos sobre los portainjertos *S. torvum* y *S. globiferum*, no presentaron diferencias significativas entre sí; sin embargo, mostraron valores significativamente inferiores al resto de los tratamientos.

En el año 1 la variable eje ecuatorial del fruto (EEF), no presentó diferencia significativa entre 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort'. En el año 2 de la investigación el tratamiento con 'Beaufort', superó de forma significativa al resto. Los menores valores del eje ecuatorial del fruto se observaron en *S. torvum* y *S. globiferum*, sin diferencias significativas entre sí en el año 1, en cambio en el año 2, el injerto con *S. globiferum*, resultó significativamente inferior al resto de los tratamientos. En la variable eje polar del fruto (EPF), en cada uno de los años, 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y *S. torvum* no presentaron diferencias significativas entre sí; sin embargo, estos sí difieren de los injertos con *S. globiferum* y el control, los cuales mostraron los menores valores de esta variable.

En la variable: número de lóculos (NL), no se observó diferencia significativa entre 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el control. El injerto con 'Beaufort' superó de forma significativa a los injertos sobre *S. torvum* y *S. globiferum*, en el primer año. En cambio en el segundo año, el

tratamiento con 'Rossol' resultó significativamente superior a los injertos con 'Beaufort', *S. torvum* y *S. globiferum* en la variable en estudio.

Los resultados del análisis de componentes principales, con una correlación cofenética de un 98% se muestra en la Tabla 3, donde se observan los valores propios de las dos primeras componentes que permitieron explicar el 83,3% de la varianza total, de las relaciones entre las variables de calidad externa e interna del fruto, con el rendimiento total y su masa media. La primera componente CP1, contribuyó con un 66,7% a la varianza total y las variables que mostraron una mayor contribución a la misma, están relacionadas con los atributos de calidad y del rendimiento del fruto (MMF, RTO T, EEF, GP, NL, FF y EPF).

Se destacó el alto nivel de correlación de la MMF con la componente uno. En menor medida se manifestó el aporte del contenido de SST a la componente. La segunda componente CP2 contribuyó con un 16,6% a la varianza total explicada. En este caso, los coeficientes del segundo vector propio indicaron el aporte de las variables SST y FF.

En la Figura 1 se aprecia una amplia dispersión, considerando que los tratamientos 4 y 5 formaron un grupo; sin embargo, el resto de ellos mostraron patrones de respuestas diferentes en los dos años estudiados, debido a la alta variabilidad del germoplasma empleado.

Se destacó un grupo de tratamientos (T4: 'HA 3105'/*S. torvum* y T5: 'HA 3105'/*S. globiferum*) en ambos años de estudio (A1 y A2), delimitados a la izquierda de la figura (cuadrantes III y IV), donde se pueden apreciar los niveles más elevados en el contenido de SST, que varían entre 5,26 °Brix y 5,41 °Brix, corresponde este último valor al de los injertos sobre *S. globiferum* en el segundo año

experimental, ubicado entre los puntos más alejados del cuadrante III (Figura 1). Este tratamiento mostró los frutos de menor masa

promedio (82,42 g) y bajo rendimiento total (25,06 t.ha⁻¹).

Tabla 3. Resultados del Análisis de componentes principales (ACP). Correlaciones entre las variables originales y las dos primeras componentes. (SST: Sólidos solubles totales; MMF T: Masa media del fruto; RTO T: Rendimiento total; EEF: Eje ecuatorial del fruto; GP: Grosor del pericarpio; NL: Número de lóculos; FF: Firmeza del fruto; EPF: Eje polar del fruto).

Variables	CP 1	CP 2
SST	-0,6	0,72
MMF	0,97	-0,04
RTO T	0,96	-0,14
EEF	0,93	0,02
GP	0,83	0,39
NL	0,78	-0,46
FF	0,77	0,60
EPF	0,62	0,25
Correlación cofenética= 0,980		

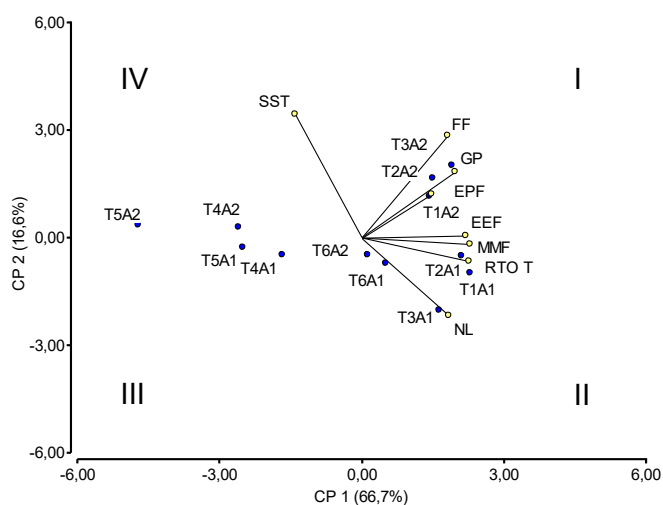


Figura 1. Representación gráfica Biplot de la dispersión de las variables rendimiento total, masa media del fruto y sus caracteres de calidad externa e interna, en plantas de tomate ‘HA 3105’ injertadas y sin injertar. (T1A1: ‘HA 3105’/ ‘Rossol’ Ambiente 1; T1A2: ‘HA 3105’/ ‘Rossol’ Ambiente 2; T2A1: ‘HA 3105’/ ‘Motelle’ Ambiente 1; T2A2: ‘HA 3105’/ ‘Motelle’ Ambiente 2; T3A1: ‘HA 3105’/ ‘Beaufort’ Ambiente 1; T3A2: ‘HA 3105’/ ‘Beaufort’ Ambiente 2; T4A1: ‘HA 3105’/ *S. torvum* Ambiente 1; T4A2: ‘HA 3105’/ *S. torvum* Ambiente 2; T5A1: ‘HA 3105’/ *S. globiferum* Ambiente 1; T5A2: ‘HA 3105’/ *S. globiferum* Ambiente 2; T6A1: ‘HA 3105’ (C) Ambiente 1; T6A2: ‘HA 3105’ (C) Ambiente 2; SST: Sólidos solubles totales; MMF T: Masa media del fruto; RTO T: Rendimiento total; EEF: Eje ecuatorial del fruto; GP: Grosor del pericarpio; NL: Número de lóculos; FF: Firmeza del fruto; EPF: Eje polar del fruto).

Los tratamientos con 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' (T1, T2 y T3) en ambos años, se distribuyeron en mayor medida en el cuadrante I y II, denotados por la presencia de frutos grandes y rendimientos superiores, también se observó el mayor rendimiento total en el injerto sobre 'Rossol' (T1) en el año 1 con 148,34 t. ha⁻¹, ubicado en el segundo cuadrante (Figura 1). Los niveles más bajos de SST se observaron en los tratamientos con 'Rossol' y 'Beaufort' (T1 y T3), en el año 1, este último, de menor valor (3,97 °Brix), corresponde al injerto sobre 'Beaufort', ubicado entre los puntos más alejados del cuadrante II (Figura 1).

Se observó una correlación negativa entre las variables SST y el rendimiento total. Los tratamientos con *S. torvum* y *S. globiferum* (T4 y T5), lograron mayores concentraciones de SST en ambos años y tuvieron los menores valores de rendimiento total (Figura 1). Estos resultados se deben a la composición genética del germoplasma utilizado como portainjerto. Varios cultivares de solanáceas silvestres se han caracterizado por tener altos valores de SST, que constituyen una fuente de variabilidad para la calidad del fruto y para la creación varietal del tomate (Rick, 1974).

Un comportamiento similar al obtenido, fue informado por González-Céspedes *et al.* (2004) y Nafarrate *et al.* (2010), en plantas de tomate injertadas sobre solanáceas silvestres, las cuales alcanzaron altas concentraciones de sólidos solubles y bajos valores en el rendimiento total.

Se apreciaron los mayores valores de firmeza del fruto (FF), grosor del pericarpio (GP) y eje polar del fruto (EPF), en los tratamientos con 'Beaufort', 'Motelle' y 'Rossol', en el segundo año evaluativo, ubicado en el cuadrante I de la figura 10; mientras que *S. torvum* y *S. globiferum*, mostraron los menores valores de las variables estudiadas, caracterizados por la

presencia de frutos de pequeño tamaño. Se produjo una correlación alta y positiva entre la (FF) con el (EPF) y el (GP) (Figura 1). La firmeza es uno de los atributos típicos utilizados para describir la textura del fruto, cuya calidad depende de la firmeza de la pulpa, la relación espesor de pericarpio/ tejido lobular y el estado de madurez del fruto, caracteres muy variables entre cultivares.

Se obtuvo una correlación positiva entre la masa media del fruto (MMF) y los diámetros ecuatorial y polar del mismo (Figura 1). Este comportamiento concuerda con los resultados de González y Álvarez (1984), quienes informaron que la masa media del fruto tiene una correlación positiva y significativa con el eje ecuatorial del mismo, variables que también están asociadas con el rendimiento.

Se observó un mayor efecto de los ambientes en los vectores de mayor longitud, los cuales corresponden a las variables sólidos solubles totales (SST) y firmeza del fruto (FF). Estos resultados coinciden con lo planteado por Agong *et al.* (2000); Huitrón-Ramírez *et al.* (2009), quienes informaron dependencia de estas con el ambiente y con el genotipo utilizado.

Con relación al comportamiento de las variables de calidad externa e interna del fruto, se consideró que las mismas estuvieron asociadas al genotipo empleado como portainjerto, a su adecuada combinación con el híbrido a injertar, a las condiciones ambientales y a las prácticas agronómicas exigidas durante el desarrollo del cultivo.

CONCLUSIONES

- El injerto 'HA 3105' sobre 'Rossol' logró un mayor rendimiento total en ambos años experimentales que el tratamiento control 'HA 3105' sin injertar.
- Los frutos de las plantas injertadas sobre los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' lograron valores de firmeza,

grosor del pericarpio, eje ecuatorial y polar del fruto similar o significativamente superiores al de las plantas sin injertar.

- El contenido de sólidos solubles totales, de los frutos de las plantas injertadas sobre los portainjertos silvestres *S. torvum* y *S. globiferum*, resultó similar o significativamente superior al de las plantas sin injertar.
- La utilización de la técnica de injerto no afectó las variables de calidad externa e interna del fruto del cultivo del tomate.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agong, S.G.; Schitenhelm, S. y Friedt, W. (2000): Genotypic variation of keyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. Plant Genetic Resources Newsletter, (123): 61-67.
- Casanova, A.; Gómez, O.; Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Pupo, F. R.; Hernández, J.C.; Moreno, V., León, M. e 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, O.; Pupo, F.R.; Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Hernández, J.C.; Moreno, V.; León, M. e Igarza, A. (2007): Manual para la producción protegida de hortalizas. 2da. Ed. Maracay, Venezuela: Ed. Liliana. 138 p.
- Davies, J. N. y Hobson, G. E. (1981): The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition e genotype. Critical Review in Food Science and Nutrition, Boca Raton, (15): 205-280.
- Davis, A. R.; Perkins-Veazie, P., Hassel, R.; Levi, A., King, S. R. y Zhang, X. (2008): Grafting effects on vegetables quality. Hort Science, 43 (6): 1670-1672.
- Dorais, M.; Papadopoulos, A.P. y Gosselin, A. (2001): Greenhouse tomato fruit quality. Horticultural Review, New York, 26: 239-306.
- Flores, F.; Sánchez-Bel, P.; Estañ, María T.; Martínez-Rodríguez, M.; Moayano, E.; Morales, B.; Campos, J.F.; García-Avellan, J.O.; Egea, M.I.; Fernández-García, N.; Romojaro, F. y Bolarin, M.C. (2010): The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. Scientia Horticulturae, 125 (3): 211–217.
- Gabriel, K.R. (1971): The Biplot graphic display of matrices with applications to principal components analysis. Biometrik, 58 (3): 453-467.
- González, M.C. y Álvarez, M. (1984): Análisis de correlaciones entre diferentes variables morfológicas y el peso del fruto en un grupo de variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Cultivos Tropicales, 6 (3): 579-588.
- González-Céspedes, S. A. y Urrestarazu, Ma. del C. (2004): Producción y calidad en el cultivo del tomate sin suelo. 3ra. Ed. España, Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. pp. 703-748.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. (1991): Aspectos técnicos del injerto. En: Propagación de plantas. CECSA, México. 758 p.
- 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.
- Huitrón-Ramírez, M. V., Ricárdez-Salinas, M. y Camacho, F. (2009): Influence of grafted watermelon plant density on yield and quality in soil infested with melon necrotic spot virus. Hort Science, 44 (7): 183–184.
- IIHLD (2001): Determinación de la textura del fruto. PNO 08C.006. La Habana: IIHLD, 2p.
- ININ (2001): Productos de Frutas y Vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. NC-ISO 2371. Oficina Nacional de Normalización (ININ). Ciudad de la Habana. 6 p.

- 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, 117 p.
- Khah, E. M.; Kakava, E. A.; Mavromatis, D. y Goulas, C. (2006): Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *J. of Appl. Horticulture*, 8 (1): 3-7.
- Langlais, Ch. y Ryckewaert, P. (2002): Guía de los cultivos protegidos de hortalizas en zona tropical húmeda. Martinique : Edit. CIRAD-flhor Martinique. 91 p.
- Lee, J.; Jung, J.; Park, K. y Yu, I. (1994). Outline of vegetable growing and research in the Republic of Korea. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, (35): 68-86.
- Lee, J. y Oda, M. (2003): Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. En: *Horticultural Reviews*. John Wiley and Sons. Vol. 28. USA, New York. 478 p.
- Lerch, G. (1977): La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Ed. Científico-Técnica, La Habana. 421 p.
- Martínez, S.; Garbi, M.; Andreau, R.; Morelli, G.; Zeoli, F. y Cap, G. (2011): Estudio de las combinaciones pie-injerto en tomate conducido en suelo con nematodos. En: Mitidieri, Mariel S., Corbino, G. y Cosntantino, A. Seminario de horticultura urbana y periurbana buscamos soluciones entre todos. San Pedro: INTA/EEA. Serie Capacitaciones, (2): 42-48.
- 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] http://tomatecherry.es/index.php/injertos_de_tomate_interespecificos/injerto_en_hortícolas.html.
- 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.
- Oda, M.; Nagata, M.; Tsuji, K. y Sasaki, H. (1996): Effects of scarlet eggplant rootstock on grown, yield and sugar content of grafted tomatoes fruits. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, 65 (3): 531-536.
- Prado, J. L. (2003): Tipos y especificaciones de calidad en el cultivo del tomate. *Vida Rural*, 148 (9): 1016–1020.
- Rick, Ch. M. (1974): Potencial genetic resources in tomato species: Clues from observations in native habitats in genes, enzymes and populations. Ed. Srb. A. Plenum Publishing Co. New York, 255-269.
- Suslow, T. y Canweel, M. (2001): Tomate: Recomendaciones para mantener la calidad poscosecha. [en línea] Cuba. [fecha de consulta: 6 abril 2013] Disponible en: www.posthavest.ucdavis.edu.
- Turham, A.; Ozmen, N.; Serbeci, M.S. y Seniz, V. (2011): Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Hort. Sci.*, 38 (84): 142–149.

Fecha de recepción: 5 marzo 2016

Fecha de aceptación: 13 enero 2017

Agrotecnia de Cuba
ISSN impresa: 0568-3114
ISSN digital: 2414- 4673
<http://www.ausuc.co.cu>

