

EFFECTO DE LA COMPATIBILIDAD Y EL DESARROLLO DE RAÍZ SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TOMATE INJERTADO

Reyes-Cabrera, A.¹; Robledo-Torres, V.^{2*}; Cabrera-De La Fuente, M.²; Ramírez-Godina, F.²;
Valdez-Aguilar, L.A.²; Sandoval-Rangel, A.³

¹ Alumno de la Maestría en Ciencias en Horticultura y ² Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México C.P. 25315.

*Autor para correspondencia: varoto@prodigy.net.mx

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo estudiar el comportamiento y compatibilidad de cuatro variedades de tomate injertado y desarrollo de la raíz sobre rendimiento y calidad de frutos durante el periodo de Abril a Noviembre de 2014 en el Municipio de General Cepeda, Coahuila. Se estableció bajo dos sistemas productivos malla e invernadero, elaboramos camas de 80 cm de ancho, se plantó a 30 cm entre plantas y 120 cm entre camas. Los tratamientos fueron cuatro variedades de tomate injertadas en portainjertos Colosus con cuatro repeticiones y 10 plantas con manejo a dos tallos (T1.Mirina-RZ-74-682/Colosus, T2.74-686/Colosus, T3.74-335/Colosus, T4.74-684/Colosus), como unidad de muestra cinco plantas para análisis de rendimiento y calidad, y tres para análisis de raíces. Los resultados se analizaron en un diseño completamente al azar, con pruebas de comparación de medias, el T3 en ambos sistemas fue superior en las variables número de racimos, frutos totales y peso total, con valores máximos de 19 racimos, 69 frutos y 9.432 Kg/planta. En las variables diámetro polar y ecuatorial de frutos el T1 (6.3425 cm) y T4 (7.2275 cm) respectivamente en ambos sistemas resultaron superiores. En las variables contenido de licopeno y vitamina C el T3 (0.0154 µg/gr) y T1 (0.023767 gr/100gr) respectivamente invernadero muestran los valores más altos. Para peso fresco y seco de raíz el T1 en Invernadero destaco con valores de 155.24 gr y 23.2 gr respectivamente. El T3 muestra mayor compatibilidad entre injerto y portainjerto con respecto a la productividad del cultivo. De acuerdo a las condiciones entre sistemas, el desarrollo de la raíz indica que a menor masa de raíz se obtiene mayor productividad y menor calidad nutraceútica debido a un efecto de dilución, ya que en el sistema de malla se obtuvieron más frutos y de mayor tamaño comparados con los tratamientos de invernadero.

Palabras clave: comportamiento, productividad, injertadas, sistemas.

INTRODUCCIÓN

El tomate es una hortaliza de importancia a nivel mundial y México es uno de los principales productores, en 2012 México produjo 2.8 millones de toneladas de esta hortaliza y ocupó el lugar número uno a nivel mundial en su exportación y Estados Unidos es el principal comprador



importando anualmente 1.5 millones de toneladas de tomate (financiera nacional de desarrollo, 2014). Las condiciones climáticas son uno de los principales determinantes del precio y la producción del tomate, la realidad es que solo una pequeña parte de la superficie agrícola a nivel nacional que se encuentra bajo sistemas protegidos ya sea invernadero o malla, sin embargo, anualmente existe un incremento considerable de superficies de cultivo bajo sistemas protegidos (financiera nacional de desarrollo, 2014).

En 1920 inicio en Japón y Corea la producción de hortalizas con plantas injertadas, debido al uso intensivo y continuo del suelo en estos países la técnica del injerto es una herramienta importante y sostenible para la obtención de vegetales (Maršić y Osvald, 2004).

La reducción de costos en la producción de tomate es un aspecto importante para el productor y un método eficiente para contrarrestar este problema es el uso de suelo como medio de cultivo y evitar el uso de sustrato (Hernández *et al.*, 2009). Los problemas a los que comúnmente nos enfrentamos al crecer plantas en suelo son, el ataque de enfermedades del suelo principalmente y la toma de nutrientes por parte de la planta (Hernández *et al.*, 2009). Debido a esto, la técnica del injerto ofrece soluciones rápidas y eficientes pues, el objetivo principal de esta técnica es brindar la capacidad de tolerar ciertos factores bióticos y abióticos que son perjudiciales para un cultivo (Lee *et al.*, 2003), otras cualidades se han atribuido a las plantas injertadas como una mejor toma de nutrientes al tener una mayor masa en su raíz y mayor exploración, también se menciona que se incrementa el vigor del injerto, acelera su ciclo de producción y es posible implementar un manejo a dos o más tallos en el cultivo de tomate dependiendo del vigor que proporcione el portainjerto a la variedad (Hernández *et al.*, 2009). El uso de plantas injertadas ha sido ampliamente aceptado como un medio muy eficaz para contrarrestar enfermedades del suelo y más aún por ser una técnica amigable con el medio ambiente, siendo usada como un sustituto al bromuro de metilo o aplicaciones de otros productos químicos al suelo, en comparación a estos métodos de desinfección esta técnica resulta ser la opción más adecuada para la producción de vegetales en suelo (Gonzales *et al.*, 2008).

Al realizar la técnica del injerto es posible que exista cierta incompatibilidad entre el patrón y la variedad. La compatibilidad o incompatibilidad de una variedad y su portainjerto se determina desde momentos tempranos a la unión de las dos partes como mencionan Pina y Errea (2005). La capacidad que tienen las dos partes de la planta para regenerar el tejido conductor tiene efecto sobre las características que desarrollara la planta una vez injertada, esta compatibilidad tendrá efecto sobre el crecimiento y desarrollo de la planta influyendo en su calidad productiva (Hernández *et al.*, 2009).

La literatura describe de qué manera influye un portainjerto sobre un injerto, pero no encontramos una descripción del efecto que puede tener un injerto sobre su portainjerto, por lo que en este experimento se planteó el objetivo de conocer que efecto tienen diferentes materiales sobre el crecimiento de la raíz del patrón utilizado, determinar qué influencia tiene un portainjerto en la productividad y calidad de diferentes materiales de tomate y concluir cual combinación resulta más eficiente tomando en cuenta las dos zonas de la planta.



MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el municipio de general cepeda, Coahuila. El día 12 de abril de 2014 se realizó la preparación del terreno, se hicieron cuatro camas de 60 cm de ancho y 24 metros de largo con una separación de 100 cm entre ellas esto se realizó en dos naveas una cubierta con plástico de polietileno y la otra con malla. El 13 de septiembre se hizo el trasplante de la planta injertada procedente de la empresa Plantanova ubicada en Tuxpan, Michoacán, los materiales vegetales fueron Mirina-RZ74.682, 74-686, 74-335, 74-684 materiales de la empresa Rijk Zwuan sobre el portainjerto Colosus, se estableció la plantación a 30 cm de separación entre plantas y 180 cm entre hileras. Se obtuvieron cuatro tratamientos (T1-Mirina-RZ74.682/Colosus, T2-74-686/Colosus, T3-74-335/Colosus y T4-74-684/Colosus) con cuatro repeticiones distribuidas al azar en cada sistema de producción, cada repetición tuvo diez plantas de las cuales cinco fueron etiquetadas e identificadas el día 14 de junio para su muestreo durante todo el ciclo. El cultivo se manejó bajo un sistema a dos tallos lo que nos arrojó una densidad de 37,000 tallos por Ha⁻¹. El 16 de abril se dedicó al llenado de bolsas de 50 cm de largo y 20 cm de diámetro estas fueron llenadas con suelo de las mismas características que tienen las cubiertas y se colocaron a un costado de la primera cama en ambos sistemas de producción, esto se hizo con el fin de evaluar la masa de la raíz y se estableció una distancia entre plantas de 30 cm, su trasplante se realizó el día 19 de abril. Del material vegetal trasplantado en macetas obtuvimos cuatro tratamientos (T1-Mirina-RZ74.682/Colosus, T2-74-686/Colosus, T3-74-335/Colosus y T4-74-684/Colosus) con tres repeticiones y fue manejado a dos tallos.

La primera cosecha la realizamos en el sistema de malla el día 16 julio y en invernadero el 19 de julio de 2014, las variables que se evaluaron en el área del cultivo fueron: número de racimos cosechados: se contaron por cosecha el número de racimos obtenidos por planta de cada cosecha y al final del ciclo se determinó el número total de racimos que se obtuvieron por planta, número de frutos cosechados por planta: este parámetro fue acumulativo y al finalizar el ciclo del cultivo determinamos el número total de frutos que se cosecharon por planta a lo largo del ciclo, peso total de frutos: se pesaron todos los frutos obtenidos por cosecha utilizando una balanza digital marca Silit con capacidad de 1 a 3,500 gr, diámetro polar: se hizo con un vernier digital colocándolo en ambos polos del fruto considerando un fruto de tamaño intermedio a los cosechados y diámetro ecuatorial: se realizó con un vernier digital colocándolo horizontalmente sobre el ecuador del fruto considerando un fruto de tamaño intermedio a los cosechados. La variable contenido de licopeno se fue evaluada mediante espectrofotometría y se calculó el contenido de licopeno con la fórmula: licopeno ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)= $A_{502}\cdot[1/320]\cdot 4$ (Fish *et al.*, 2002). La variable contenido de vitamina C se realizó con el método de titulación con el reactivo 2,6 diclorofenolindofenol como lo describe Padayatt *et al* (2001) y se calculó con la fórmula: Vitamina C (mg/100g) = (ml utilizados de 2,6 diclorofenolindofenol x 0.088 *Volumen Total*100)/(Volumen de la alícuota*Peso de la muestra). La variable peso fresco de raíz se evaluó tomando tres plantas por repetición de las que fueron establecidas en bolsas llenadas con suelo, se eligieron aquellas que tuvieran características homogéneas, se cortó la parte aérea de la planta, se sacaron las bolsas para la extracción de las raíces y se llevaron al laboratorio para ser pesadas. Posteriormente la raíces se introdujeron en una estufa de secado durante 48 horas y se pesaron nuevamente para la obtención de la variable peso seco de raíces. El análisis estadístico se hizo con el software SAS 9.0 bajo un diseño completamente al azar y una prueba de medias Tukey $p\leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento y tamaño de frutos

Cuadro 1. Efecto de un portainjerto en el rendimiento de cuatro variedades de tomate bajo cubierta de polietileno y malla.

Variables	Invernadero				
	Numero de racimos	Numero de frutos cosechados	Peso total (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
Mirina-RZ74.682/Colosus	15.2125a	40.600a	6709a	5.9875a	6.6900a
74-686/Colosus	13.1625a	38.100a	5582a	5.5350b	6.6300a
74-335/Colosus	15.2500a	50.550a	5932a	5.2700b	6.3025a
74-684/Colosus	12.5376a	34.350a	5454a	5.9425a	6.8225a
C.V.%	9.850709*	27.09950	42.63901	5.368458 *	6.396996
Variables	Malla				
	Numero de racimos	Numero de frutos cosechados	Peso total (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
Mirina-RZ74.682/Colosus	15.3500b	43.800c	7920.6a	6.3425a	7.1150a
74-686/Colosus	16.9000b	55.600b	8881.0a	5.8775b	6.8700a
74-335/Colosus	19.1000a	68.650a	9431.9a	5.5175b	6.7875a
74-684/Colosus	15.1500b	42.250c	7642.4a	6.0025a	7.2275a
C.V.%	7.061801*	9.032543**	14.61817	4.605362*	4.339837

*,significativo a una $p \leq (0.05)$; C.V. : coeficiente de variación, ^xValores con la misma letra en cada factor son iguales (Tukey $p \leq 0.05$), cada variable representa el promedio de 5 plantas.

Godoy *et al* (2009) menciona en su estudio que un portainjerto tiene un efecto positivo en la productividad y ganancia de materia seca en el cultivo de tomate, ya que no se tubo incluida la variedad sin injertar en el experimento por lo que no pudimos evaluar si pudiera haber existido una diferencia entre plantas injertadas y no injertadas. Diferentes portainjertos pueden tener un efecto variable sobre un mismo injerto (Hernández *et al.*, 2004) podemos apreciar en el **cuadro 1** que el tratamiento 74-335/Colosus tuvo un mayor rendimiento. La cubierta tuvo un impacto importante en la productividad y se pueden notar diferencias marcadas (cuadro 1) entre sistemas de producción.

Licopeno y Vitamina C

El tipo de cubierta afecta la capacidad antioxidante en frutos de tomate, los materiales de cobertura con menor transmisión de luz citando el trabajo de Rodríguez (2015) provocan una mayor capacidad antioxidante en tomate. Diferentes longitudes de onda influyen directamente en la producción de licopeno (Jarquin, 2015)

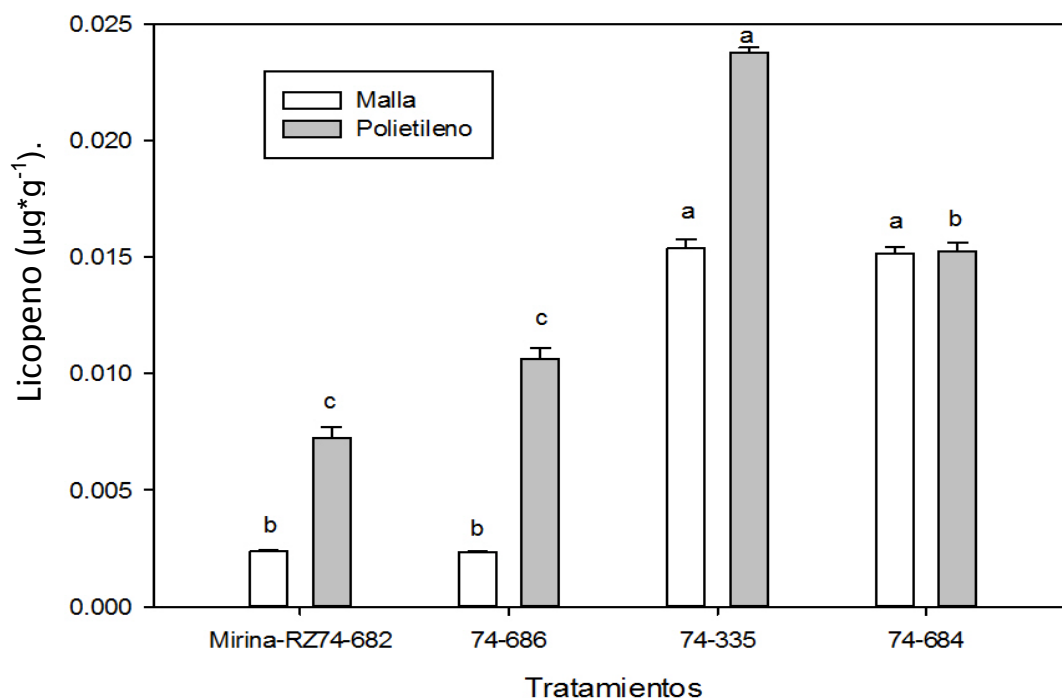


Figura 1. Contenido de licopeno en cuatro variedades de tomate bajo cubierta de polietileno y malla en ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Cada barra representa la media de tres repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (**Tukey $P \leq 0.05$**).

El tipo de cubierta también afectó la producción de licopeno como se muestra en la figura 1, incrementando en un 88 % en el tratamiento 74-686, 68 % en Mirina-RZ74-682, 46 % en 74-335 y solo un 1 % en el tratamiento 4 el cual fue el que se comportó de manera más estable en esta variable. También se muestran diferencias entre variedades y el tratamiento 74-335 fue el que más produjo licopeno.

Los tratamientos tuvieron un comportamiento similar a los resultados de licopeno, la cubierta afectó directamente a la producción de vitamina C, es claramente apreciable en la figura 2 una ventaja considerable de la cubierta de polietileno.

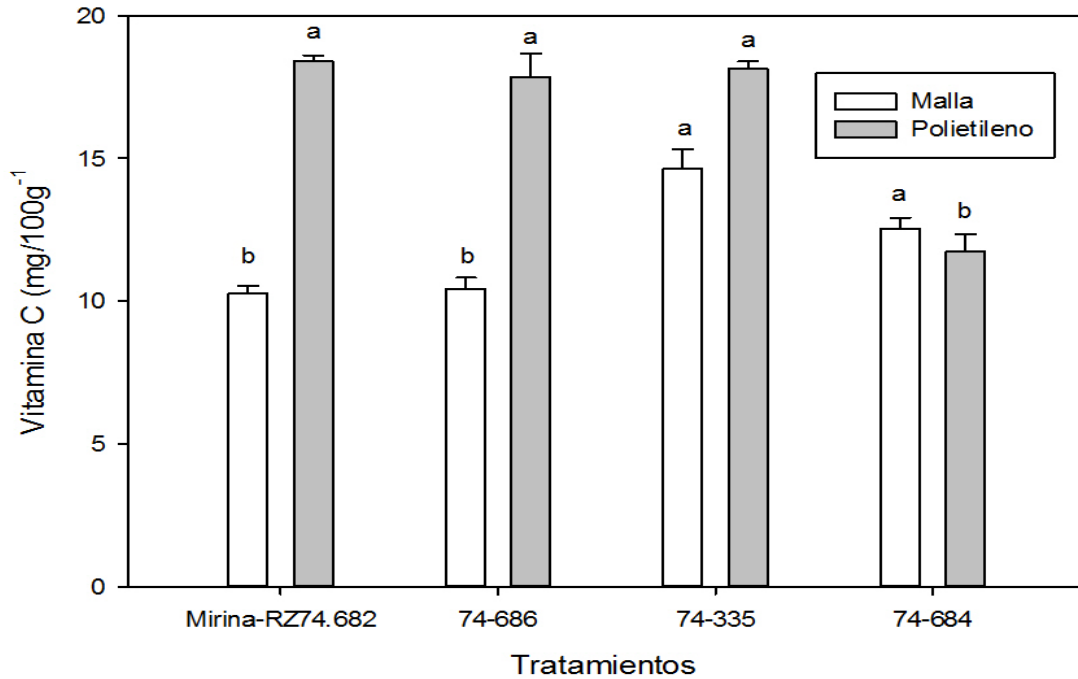


Figura 2. Contenido de vitamina C en cuatro variedades de tomate bajo cubierta de polietileno y malla en ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Cada barra representa la media de tres repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Efecto de la variedad en la raíz del patrón

Cuadro 2. Efecto de cuatro variedades de tomate en la raíz de un patrón.

Variables	Polietileno		Malla	
	Peso fresco de raíz	Peso seco de raíz	Peso fresco de raíz	Peso seco de raíz
Mirina-RZ74.682/Colosus	155.24a	23.200a	44.50a	9.093a
74-686/Colosus	92.21a	13.007a	62.83a	10.763a
74-335/Colosus	112.81a	16.96a	67.21a	12.707a
74-684/Colosus	99.40a	15.690a	85.89a	15.020a

C.V.%	23.91094	28.64139	32.40464	34.77796
-------	----------	----------	----------	----------

*,significativo a una $p \leq (0.05)$; C.V. : coeficiente de variación, ^xValores con la misma letra en cada factor son iguales (Tukey $p \leq 0.05$), cada variable representa el promedio de 5 plantas.

La falta de información sobre el efecto que tienen los injertos en su patrón no permite discutir esta variable. Los resultados para los dos sistemas fueron diferentes, habiendo mayor masa de raíces en invernadero, sin embargo, las plantas de un mismo sistema de producción no muestran diferencias significativas como se aprecia en el **Cuadro 2**.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se demuestra que combinación la más adecuada de las cuatro establecidas es el tratamiento 74-335/Colosus mostrando mayor compatibilidad y eficiencia para la producción además que mostro un buen desarrollo de raíz al comparar los tratamientos, este presenta buenos resultados en rendimiento y tamaño de frutos y los contenidos nutraceuticos evaluados en las dos cubiertas, Entre sistemas manifestaron diferencias marcadas en rendimiento y calidad, se obtuvieron mejores resultados en malla en las variables que determinan el rendimiento, sin embargo, en la cuestión nutraceutica en la cubierta de polietileno los frutos mostraron mayor concentración de licopeno y vitamina C. El peso de la raíz fue afectado de manera diferente en cada sistema y a pesar que el análisis estadístico no muestra diferencias significativas se pueden observar variaciones entre las diferentes combinaciones. El desarrollo de la raíz nos muestra que a menor masa de raíz se obtiene mayor productividad y menor calidad nutraceutica además de un efecto de dilución, ya que en el sistema de malla se obtuvieron más frutos y de mayor tamaño comparados con los tratamientos de invernadero.

LITERATURA CITADA

González, F. M., Hernández, A., Casanova, A., Depestre, T., Gómez, L., & Rodríguez, M. G. (2008). El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Revista de Protección Vegetal*, 23(2), 69-74.

Hernández, González, Z., Sahagún, Castellanos, J., Espinosa, Robles, P., Colinas, León, M. T., & Rodríguez, Pérez, J. E. (2014). Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(1), 41-47.

Hernández, H. G., Ramos, J. Z. C., González, G. A., Villa, M. S., & Ramos, J. D. J. M. (2009). Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 1-11.

[http://www.financiarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Jitomate%20\(a br%202014\).pdf](http://www.financiarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Jitomate%20(a br%202014).pdf)



- Jarquín, Enríquez, L. (2013). Estudio del efecto de la calidad de luz sobre la síntesis y la acumulación de licopeno en frutos de tomate cultivados en invernadero (Doctoral dissertation).
- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Echevarria, P. H., Morra, L., & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 93-105
- Maršić, N. K., & Osvald, J. (2004). The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastichouse. *Acta agriculturae slovenica*, 83, 243-249.
- Padayatt, S. J.; Daruwala, R.; Wang, Y.; Eck, P. K.; Song, J.; Koh, W. S. and Levine, M. 2001. Vitamin C: from molecular actions to optimum intake. *Handbook of Antioxidants*. Cadenzas, E.; Packer, I.(eds) 2nd edition. CRC press. Washington DC, USA. 117-145.
- Pina, A., & Errea, P. (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility–incompatibility. *Scientia Horticulturae*, 106(1), 1-11.
- Rodríguez, Albuquerque, M. (2015). Efecto de las condiciones ambientales sobre la conducta agronómica, calidad y capacidad antioxidante de tomate cultivado bajo diferentes materiales de cubierta (Doctoral dissertation).