

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE TOMATES HÍBRIDOS  
EVALUADOS BAJO MALLA ANTI-INSECTOS Y CUBIERTA DE  
POLIETILENO

**Tesis**

Que presenta ANTONIO REYES CABRERA

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila.

Diciembre 2015

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE TOMATES HÍBRIDOS  
EVALUADOS BAJO MALLA ANTI-INSECTOS Y CUBIERTA DE  
POLIETILENO

**Tesis**

Elaborada por ANTONIO REYES CABRERA como requisito parcial para  
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura con la supervisión y  
aprobación del Comité de Asesoría



---

Dr. Valentín Robledo Torres

Asesor Principal



---

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente

Asesor



---

Dra. Francisca Ramírez Godina

Asesor



---

Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar

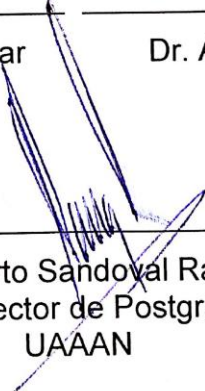
Asesor



---

Dr. Alberto Sandoval Rangel

Asesor



---

Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Subdirector de Postgrado  
UAAAN

## **Agradecimientos**

Principalmente quiero agradecer una vez más a Dios por todo lo que me permite y ha permitido realizar a lo largo de mi vida.

Es segundo lugar a mi institución, la cual me ha preparado profesionalmente y siempre me ha recibido con las puertas abiertas, gracias Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por cobijarme en tu seno. También quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo para la obtención de este grado profesional.

Agradezco a mis compañeros de generación Yesica, Víctor, Martín, Joaquín y Obed, ustedes han hecho de este proceso un suceso inolvidable, pues han sido grandes personas y amigos, gracias de nuevo por su apoyo y su incomparable amistad.

A mis profesores y asesores de quien he obtenido importantes conocimientos, especialmente al Dr. Valentín Robledo Torres quien ha sido elemento fundamental en este proyecto. Agradezco también a T.A. Martina De La Cruz Casillas quien siempre estuvo dispuesta para auxiliarnos en el laboratorio.

Por último quiero agradecer a mi familia y especialmente a mis padres por la motivación y apoyo que siempre me han brindado en todos los proyectos que he realizado.

## **Dedicatorias**

Este trabajo lo dedico en general a todas las personas que estuvieron junto a mí durante este proceso. A mis compañeros y amigos de la UAAAN pues ellos hicieron que este tiempo fuera más agradable.

A mis compañeros de generación especialmente, ustedes que me han motivado y aconsejado cuando mi mente vuela fuera de mis objetivos, su amistad ha sido un impulso para lograr esto que hoy culminamos.

A mis padres, por el amor, la comprensión y el apoyo, ustedes son mi principal motivo para siempre seguir adelante. Dedico también este logro a la universidad por haberme formado en el ámbito profesional.

Sobre todo esta tesis la dedico a Dios por ponerme en el lugar indicado con las personas indicadas.

## Índice General

Agradecimientos .....	iii
Dedicatorias .....	iv
Resumen .....	viii
Abstract.....	x
Introducción .....	1
Objetivos .....	2
Hipótesis .....	2
Revisión de literatura .....	3
Producción de tomate.....	3
Sistemas protegidos .....	3
Cubiertas .....	4
Polietileno .....	4
Malla .....	5
El injerto.....	5
Portainjerto .....	6
Raíz de tomate .....	7
Distribución de raíz.....	8
Materiales y métodos.....	9
Lugar del experimento .....	9
Material Vegetal.....	9
Resultados.....	11
Rendimiento y calidad de fruto .....	11
Variables de raíz.....	14
Discusión .....	15
Conclusiones .....	18
Literatura citada .....	19

## Lista de tablas

Tabla 1.- Cuadrados medios de rendimiento y calidad de fruto, de cuatro híbridos de tomate injertado desarrollados bajo cubierta de malla y polietileno. ....	11
Tabla 2.-Rendimiento y calidad de fruto de cuatro híbridos de tomate injertado y desarrollado bajo cubierta de malla y polietileno. ....	12
Tabla 3.- Rendimiento y diámetro de cuatro híbridos de tomate injertado. ....	13
Tabla 4.-Cuadrados medios para peso de raíz del portainjerto Colosus, desarrollado bajo cubierta de malla y polietileno. ....	14
Table 5.- peso fresco y seco de raíz del portainjerto Colosus con injertos de cuatro híbridos de tomate. ....	14

## Lista de Figuras

Figura 1. Contenido de licopeno de cuatro híbridos de tomate injertado bajo cubierta de malla y polietileno.....	12
Figura 2. Contenido de vitamina C de cuatro híbridos de tomate injertado bajo cubierta de malla y polietileno.....	13
Figura 3. Distribución de la masa de raíz del portainjertos Colosus bajo cubierta de malla y polietileno..	17

**Resumen**

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE TOMATES HÍBRIDOS  
EVALUADOS BAJO MALLA ANTI-INSECTOS Y CUBIERTA DE  
POLIETILENO  
POR**

**ANTONIO REYES CABRERA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES -ASESOR-**

**Saltillo, Coahuila. Diciembre del 2015**



El objetivo de este experimento fue estudiar el rendimiento, calidad de fruto y desarrollo de raíz de cuatro híbridos de tomate desarrollados bajo malla e invernadero de baja tecnología. Este trabajo se realizó de abril a noviembre de 2014 en el Municipio de General Cepeda, Coahuila. Se estableció bajo dos estructuras metálicas de 300 m<sup>2</sup> una se cubrió con malla antiinsectos y la otra con polietileno. Se utilizaron cuatro híbridos de tomate Mirina-RZ-74-682 (H1), 74-686 (H2), 74-335 (H3) y 74-684 (H4) injertados sobre el portainjertos "Colosus". Las variables estudiadas fueron; peso de fruto por planta (PTFPP), racimos por planta (NRPP), frutos por planta (NFPP), diámetro polar (DPF) y ecuatorial (DEF) de fruto, vitamina C (VC), contenido de licopeno (CL), peso fresco (PFR) y seco de raíz (PSR). Se encontró que el PTFPP obtenido bajo malla fue 43% superior al observado en invernadero y el NRPP en malla fue 18.4% más que en el invernadero, mientras que el NFPP producidos bajo malla, superó en 28% a la producción en invernadero, además los frutos fueron en promedio 5.5% más grandes con malla que en la estructura con cubierta de polietileno. Sin embargo el crecimiento de la raíz fue mayor en invernadero que en las plantas bajo malla. Concluyendo que en regiones con temperatura superior a 35° C y con baja precipitación, es más recomendable el uso de malla para la producción de tomate, que en invernaderos de baja tecnología sin control climático.

**Palabras clave:** *Solanum lycopersicum* L., agricultura protegida, ambientes, injerto, crecimiento de raíz.

**Abstract**

**YIELD AND FRUIT QUALITY OF TOMATO HYBRID DEVELOPED UNDER  
ANTI-INSECTS MESH AND COVER OF POLYETHYLENE**

**BY**

**ANTONIO REYES CABRERA**

**MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DR. VALENTIN ROBLEDO TORRES -ADVISOR-**

**Saltillo, Coahuila. December 2015**

The objective of this experiment was to study the yield, quality of fruit and root development from four hybrids tomato developed under mesh and low-tech greenhouse. This research it performed from April to November 2014 in the municipality of General Cepeda, Coahuila. It was established under two metal structures with 300 m<sup>2</sup> a cover with polyethylene and the other with anti-insect mesh. The plant material were four hybrids tomato Mirina-RZ-74-682 (H1), 74-686 (H2), 74-335 (H3) and 74-684 (H4) grafted onto the Colosus rootstock. The variables studied were; fruit weight per plant (PTFPP), clusters per plant (NRPP), fruit per plant (NFPP), polar diameter (DPF) and equatorial (DEF) of fruit, vitamin C (VC), lycopene (CL) , fresh weight (PFR) and dry of root (PSR). The PTFPP obtained under mesh was 43% higher than the value observed in greenhouse and NRPP under mesh was 18.4% more than in the greenhouse, while the NFPP under mesh was 28% upper to the greenhouse production, also the fruits were in average 5.5% bigger in the structure with mesh cover than in the structure with polyethylene cover. However, the root growth in greenhouse was higher than in plants under mesh cover. Concluding that in regions with temperatures higher than 35 ° C daytime and low rainfall in the growing season, it is more advisable to use mesh for tomato production, which in low-tech greenhouses without climate control.

**Key words:** *Solanum lycopersicum* L., protected agriculture, environment, graft, root growth.

## Introducción

La producción agrícola bajo sistemas protegidos favorece el control de factores ambientales. Esto permite dependiendo del tipo de cubierta, estructura, además de la tecnificación reducir efectos negativos causados por condiciones ambientales adversas para un cultivo (SAGARPA, 2012). Datos del SIAP (2014) indican que la producción de tomate en el año 2014 fue de 2,875,164 toneladas producidas en 52,374 hectáreas. De la superficie sembrada 20,000 hectáreas son bajo agricultura protegida, en donde alrededor de 12,000 hectáreas son en cubiertas de invernadero y 8,000 en sistemas de malla y macrotúneles (SAGARPA, 2012).

En relación al cultivo de tomate, un sistema protegido provee de mayor productividad a los cultivos y estos pueden ser bajo malla o invernadero. En zonas productoras de tomate, se estima una mayor producción bajo cubiertas de polietileno que en malla, y el principal causante de problemas técnicos y económicos de la producción de tomate, son los factores climáticos (Cih *et al.*, 2011). El tipo de condiciones que ofrece un sistema de producción en malla anti-insectos y un invernadero con cubierta plástica se diferencian principalmente en la capacidad de ventilación que generen hacia un cultivo (Max *et al.*, 2009), por lo tanto en cada región se puede afectar de manera positiva o negativa a la productividad y calidad del cultivo establecido (Mazuela *et al.*, 2010). Cultivar tomate bajo sistemas protegidos, es una técnica que si se realiza adecuadamente puede proveer una mejor productividad, calidad, y características deseables en frutos y en general el cultivo (Pérez *et al.*, 2012)

El conocimiento de la distribución de la raíz y su relación con la absorción de agua y nutrientes favorece un mejor entendimiento del desarrollo y productividad de las plantas (Cohelo, 1999). La distribución y la densidad de las raíces en el suelo son factores determinantes para la absorción de agua y nutrientes. Hay una alta relación entre la cantidad de raíces y el agotamiento de agua y nitrógeno

en especies de pradera, la arquitectura, distribución y biomasa de las raíces es diferente a distintos perfiles de suelo (Li *et al.*, (2006).

Existe poca información sobre la distribución de las raíces y específicamente en el cultivo de tomate. El conocimiento de esta zona de la planta es indispensable para proporcionar agua, y nutrición a este cultivo, pues, de esta manera se puede dar un manejo de agua e insumos más eficiente. La producción agrícola es una actividad de interés para la sociedad, por tal motivo, conocer métodos y estrategias de producción de alimentos es indispensable, sin embargo estas actividades deben ser rentables para quien las realice, por tanto, este estudio se realizó con el fin de generar información útil para la producción de alimentos en la región donde fue establecido.

### **Objetivos**

Evaluar que cubierta es más apropiada para la producción de tomate en la región de General Cepeda, Coahuila.

Evaluar el efecto que tienen las cubiertas en el rendimiento, calidad de frutos, crecimiento y distribución de raíz de plantas de híbridos de tomate injertados sobre el portainjertos colosus.

### **Hipótesis**

Una de las cubiertas mostrara superioridad en el rendimiento, calidad de frutos en híbridos tomate injertados.

El ambiente generado por las cubiertas afectara en el desarrollo y distribución de raíz en híbridos de tomate injertados.

## Revisión de literatura

### Producción de tomate

México es el principal exportador de tomate a nivel mundial con cerca del 20% de su producción, su principal importador es Estados Unidos (Financiera Nacional de Desarrollo, 2014). La principal hortaliza que se cultiva bajo sistemas protegidos en México es el tomate (*Solanum Lycopersicon L*). Los rendimientos promedios de esta hortaliza bajo sistemas protegidos de baja tecnología es de 120 toneladas por hectárea, 200 a 250 toneladas en sistemas de mediana tecnología y 600 toneladas en agricultura de alta tecnología (Ponce, 2013).

La calidad de la cosecha es de gran importancia para quien produce tomate, debido a las clasificaciones del mercado por ello es importante obtener frutos atractivos externamente (color, tamaño, firmeza, etc.) sin embargo, características de calidad nutraceútica se toman cada vez más en consideración (Guichard *et al.*, 2001).

### Sistemas protegidos

La agricultura protegida se basa en un sistema de producción constituido por estructuras rígidas cubiertas con materiales que minimicen el impacto de los fenómenos climáticos (Reséndiz, 2011). El objetivo principal de la agricultura protegida es modificar el ambiente natural en cual se desarrollaran plantas cultivables, y de esa manera proveer de condiciones óptimas para su desarrollo (García, 2013). El control de las temperaturas y humedad relativa son la base para generar microclimas específicos que sustenten la mayor capacidad productiva posible de un determinado cultivo (García, 2013). La importancia de la temperatura radica en la necesidad de esta para que las plantas lleven a cabo procesos como floración, fructificación y germinación (Cols, 2003). La humedad relativa puede afectar a los órganos vegetales positiva o negativamente en la turgencia celular, transpiración del cultivo, producción de materia seca, crecimiento y desarrollo aéreo y radicular (Minguinez, 2012). El obtener

condiciones adecuadas para el desarrollo, tasas de crecimiento, productividad y calidad de fruta significa una constante búsqueda en la agricultura, sin embargo la agricultura bajo sistemas protegidos gestiona soluciones para tales problemas (Fleisher *et al.*, 2006). La agricultura es una actividad de riesgos tanto económicos como climatológicos, sin embargo la agricultura protegida ha modificado el escenario de riesgo en la producción de alimentos, pues esta genera múltiples ventajas contra condiciones adversas que el clima imponga, lo que incrementa la seguridad de los productores para invertir en ella (Reséndiz, 2011). Por lo tanto, los sistemas protegidos ofrecen una ventaja, tanto en producción como inocuidad de un cultivo al ser comparados con sistemas de producción a campo abierto, esto se debe principalmente por manejar un ambiente controlado en su interior (Vargas y Nienhuis, 2012).

### **Cubiertas**

Las cubiertas en los sistemas protegidos de producción agrícola son componentes de los que no se puede prescindir. El material que se utiliza como cubierta debe promover y generar el llamado “efecto invernadero”, y proporcionar los estándares deseables de rendimiento térmico, retención de calor, transparencia a la radiación solar y capacidad de retención a las radiaciones de onda larga emitidas por el suelo durante la noche (Aguilar y Holguín, 2011).

### **Polietileno**

La utilización de polietileno como cubierta para agricultura protegida es muy amplia, debido a características como versatilidad peso y costo, además este cuenta con diferentes calibres en el mercado, logrando ampliar su uso en diferentes regiones (Shany, 2007). El polietileno es un plástico resistente con alta transparencia, además de proporcionar una fácil manipulación (Noreña *et al.*, 2013). Estos materiales cuentan con tres tipos de propiedades: mecánicas, térmicas y ópticas. Las propiedades mecánicas se refieren a que deben ser

resistentes a rasgaduras e impactos, además, estos deben tener bloqueadores de rayos UV, esto para proporcionar resistencia al envejecimiento por radiación y prevenir su degradación, la termicidad en el polietileno es lograda mediante la incorporación de aditivos especiales durante su fabricación, el indicador utilizado para esta propiedad es llamado termicidad del polietileno, esto es la capacidad del material para retener calor y generar el efecto invernadero (Jaramillo, 2007). Las propiedades ópticas son las que permiten el paso de luz a través del material e influyen directamente sobre la calidad de fruto, rendimiento, balance energético dentro del invernadero, además, tienen influencia en el comportamiento de las enfermedades y plagas que afectan al cultivo (Jaramillo *et al.*, 2007).

### **Malla**

Las cubiertas de malla se emplean para reducir la intensidad de la radiación que incide dentro de una estructura, además proporcionan protección e impiden la entrada de insectos que puedan afectar a los cultivos, esto propicia mayor inocuidad y reduce gastos en el control fitosanitario. Al ser usadas para cubrir totalmente una estructura se denominan casa sombra (Juárez *et al.*, 2012). Las mallas anti-insectos además de proveer de protección contra agentes bióticos que causan daño directo al cultivo o sean portadores de enfermedades, tienen la capacidad de proteger al cultivo que albergan contra lluvias, vientos, cambios bruscos de temperatura y aves (Aguilar y Holguín, 2011). Uno de los inconvenientes para el uso de este tipo de materiales es que la renovación del aire es limitado por su densa estructura. Los tamaños de poros recomendables para la protección contra trips es de  $< 0.9$  mm y para mosquita blanca  $< 0.29$  mm (Casas, 2010).

### **El injerto**

En Japón y corea la técnica del injerto es una práctica común en la producción agrícola principalmente en solanáceas y cucurbitáceas, incluso en las principales especies de estas familias, estas pueden llegar a cubrir el 100% de la superficie



cultivada. La práctica de esta técnica ha ido en aumento y los principales países de América en donde es utilizada. Son; Chile y Estados Unidos (Bruton, 2005). En sistemas de agricultura protegida esta técnica se utiliza en especies como pimiento, berenjena, tomate, melón pepino y sandía, principalmente para combatir problemas fitosanitarios de hongos y bacterias en el suelo, además de infecciones causadas por nematodos (González *et al.*, 2008). Además de las soluciones que esta técnica ofrece para contrarrestar problemas con agentes bióticos del suelo, tenemos que, incrementa la resistencia a la sequía, provee de una mejor absorción de agua y nutrientes y como consecuencia genera mayor vigor a la variedad injertada, esto trae consigo un desarrollo efectivo para la agricultura sustentable (López *et al.*, 2008). Se han utilizado varias técnicas de enjertación en especies herbáceas y todas ellas coinciden con los procedimientos generales para ella, uno de estos criterios es la enjertación en los primeros estadios de desarrollo de las plantas (primeras hojas verdaderas o cotiledones expandidos), otro aspecto importante para que la técnica sea efectiva es tener controlada la humedad relativa y la temperatura, durante el proceso de la formación del callo, este proceso es vital, debido a que es el momento en que las dos partes unidas regeneran y unen el tejido vascular, y por último la planta debe ser aclimatada al ambiente en donde esta será cultivada (Riveros, 2001). La técnica del injerto simplifica y acorta los programas de mejoramiento, esto permite trabajar por separado líneas que cuenten con características radiculares aptas para ser utilizadas como portainjertos y líneas para obtención de buena producción y calidad de fruta (Oda, 1995).

### **Portainjerto**

Un portainjerto o patrón puede proveer de tolerancia o resistencia a enfermedades por hongos u otros agentes que puedan repercutir en las plantas cultivables. La elección correcta del patrón a utilizar es imprescindible, pues este influye directamente en el crecimiento y desarrollo de la variedad, otros factores importantes para la selección de un portainjerto son la adaptabilidad al clima y

suelo de una región determinada, vigor, calidad de fruta y la productividad (Jouhlan, 2002). La utilización de un portainjertos adaptado a un suelo más frío o caliente puede modificar los ciclos de producción, adelantando o retrasando la producción, este también incrementa la productividad bajo infraestructuras determinadas provocando un balance positivos entre gastos de inversión y ganancias. Hoy en día los costos de las algunas semillas son muy altos, pero al utilizar un portainjertos la raíz de la planta es más vigorosa y cuenta con mayor capacidad para la absorción de nutrientes, esto permite realizar podas a los cultivos para obtener dos o más tallos e incrementar la producción. Según los resultados de Aballay (2005) un portainjertos puede reducir ampliamente la incidencia y ataque de insectos a plantas injertadas.

### **Raíz de tomate**

Las funciones principales de un sistema radical o radicular, son la absorción y el transporte de nutrientes en solución, así como el anclaje de la planta (Nuez, 2001). El sistema radical del tomate se constituye por la raíz principal, raíces secundarias y las raíces adventicias. Al observar una sección transversal de la raíz se pueden distinguir tres zonas con claridad debido a sus diferencias: la epidermis, el córtex y el cilindro central. Según Nuez (2001) el sistema radical es muy afectado por la acción de las prácticas culturales, una raíz principal es proveniente de una semilla esta puede llegar a penetrar en el suelo hasta una profundidad mayor de los tres metros. Esta característica de la raíz del tomate puede causar problemas en los métodos de cultivo, por tanto, en algunas zonas con suelos profundos, el tomate puede cultivarse con riegos de hasta más de dos semanas entre riego y riego. El trasplante de una planta de tomate provoca que la raíz principal de esta se atrofie y esta comienza a generar raíces secundarias laterales. Estas raíces secundarias tienen un desarrollo acelerado y al mismo tiempo se producen raíces laterales a partir de ellas, así, resulta más fácil producir plántulas a partir de esquejes. En una variedad cultivada la cual es comúnmente trasplantada, la raíz puede extenderse en un diámetro de 1.5 m y

profundizar más de 0.50 m. es común encontrar cerca del 70% del total de las raíces a una profundidad de 20 cm a partir de la superficie. Todas las raíces sin excepción absorben agua, sin embargo, las raíces que absorben minerales se encuentran más cerca de la superficie (Nuez, 2001).

### **Distribución de raíz**

En la naturaleza, la coexistencia entre especies depende en gran medida de las profundidades de enraizamiento de estas (Li *et al.*, 2006). El crecimiento y desarrollo inicial de las raíces en el suelo es definido por características genéticas de cada especie, sin embargo posteriormente y debido a la interacción con su medio ambiente este se define de acuerdo a cambios y características que se presenten en el medio. Las variaciones en la disponibilidad de agua, potencial matricio, aireación, y la fuerza del suelo influyen directamente en la arquitectura, distribución y patrones de actividad en las raíces (Michelakis *et al.*, 1993). Los patrones de enraizamiento son comúnmente analizados mediante la evaluación de las densidades del peso de raíz y las densidades de longitudes de estas. Las técnicas de estudio de imagen se utilizan para la obtención de parámetros geométricos como longitud y diámetros (Box y Ramseur, 1993). Un buen entendimiento de los patrones de absorción de agua y distribución de las raíces, es de suma importancia en la agricultura en la medida en que cada vez más se desarrollan prácticas que contribuyen a la conservación del medio ambiente con aplicaciones al riego y fertirriego de cultivos (Clothier y Green, 1994).

## **Materiales y métodos**

### **Lugar del experimento**

El estudio se llevó a cabo en el municipio de General Cepeda, Coahuila, México y laboratorios de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Saltillo, Coahuila, México, de abril a noviembre de 2014. Las coordenadas del área donde se realizó el experimento son: 25°23'01.93" LN y 101°27'10.54" LO, con una altitud de 1466 msnm. Las temperaturas máximas y mínimas normales que se reportan en el sitio son de 27.2 °C y 11.9 °C respectivamente (Servicio Meteorológico Nacional 2000).

Para el establecimiento del cultivo se contó con dos estructura metálicas de 30 metros de largo y 10 m de ancho, una cubierta con malla anti-áfidos (Ambiente 1), la otra con cubierta de polietileno en el área del techo, y malla anti-áfidos en las áreas laterales (Ambiente 2), en cada estructura se hicieron cuatro camas de 1.80 metros de ancho y 28 m de largo, el trasplante se realizó en camas de cultivo el 14 abril de 2014, con una separación de 30 cm entre plantas, donde el patrón fue la variedad Colosus y cuatro variedades de la empresa Rick Swan como injertos, procedente de la empresa Plantanova ubicada en Tuxpan, Michoacán. Además se trasplantaron plantas en bolsas de polietileno de color negro de 60 cm de largo y 20 cm de diámetro, con suelo de las mismas características y separación entre bolsas que las camas de cultivo, el trasplante en las bolsas se realizó con el fin de evaluar la distribución de las raíces en diferentes perfiles de suelo.

### **Material Vegetal**

Los tratamientos bajo estudio fueron cuatro; Mirina-RZ74.682 (H1), 74-686 (H2), 74-335(H3) y 74-684(H4) con cuatro repeticiones, cada tratamiento constituido por doce plantas de las cuales ocho fueron etiquetadas para la toma de datos a lo largo del ciclo de cultivo, de éstas cinco se desarrollaron en las camas y tres en macetas de polietileno negro. El cultivo se manejó bajo un sistema a dos

tallos lo que nos arrojó una densidad de 37,000 tallos por  $\text{Ha}^{-1}$ . De las plantas trasplantadas en macetas se establecieron tres repeticiones y cuatro plantas por tratamiento con manejo a dos tallos.

Tanto en las plantas establecidas en las camas como en las macetas recibieron el mismo manejo desde el trasplante, tutoreo, podas, riego, nutrición, cosecha, la estimación de las variables bajo estudio fue en las plantas desarrolladas en las camas, las plantas de las macetas solo se utilizaron para el muestreo destructivo de raíces. Las variables peso total de fruto por planta (PTFPP), número de racimos por planta (NRPP), número de frutos por planta (NFPP) fueron estimadas considerando nueve cosechas o cortes, con una separación de siete días entre corte, el diámetro polar (DPF) y ecuatorial (DEF) se estimaron considerando tres frutos por corte tomados al azar en cada uno de los nueve cortes. Para la estimación del contenido de vitamina C (VC) se tomaron tres frutos del corte 6 y se procedió según la metodología propuesta por la AOAC (2000), mientras que para la estimación de licopeno (CL) se consideraron tres frutos con madurez completa y se utilizó la metodología propuesta por Fish *et al* (2002). Para la evaluación de las raíces se tomaron tres plantas cuyas macetas fueron seccionadas en perfiles de 15 cm de altura, el estudio de raíz incluyó el peso fresco de raíz (PFR) y peso seco de raíz (PSR), con la suma de cada sección se obtuvo el peso total de raíz, sin embargo se creó una figura en función del peso seco por perfil de suelo tanto de plantas desarrolladas bajo malla como las desarrolladas bajo invernadero. Las variables bajo estudio fueron analizadas bajo un diseño experimental de bloques al azar combinado a través de ambientes (ambientes, malla e invernadero) con el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS Institute, 2002), además se realizó una comparación de medias mediante prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

## Resultados

### Rendimiento y calidad de fruto

La tabla 1 muestra diferencias estadísticamente significativas entre ambientes para PTFPP, NFPP, NRPP, DPF, DEF, CL y VC, indicando que el comportamiento del cultivo respecto a estas variables fue diferente en cada uno de los ambientes estudiados. Sin embargo los híbridos bajo estudio fueron estadísticamente iguales en la variable PTFPP, pero estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.01$ ) en NFPP, NRPP, DPF, CL y VC, y al ( $p \leq 0.05$ ) en DEF, lo anterior indica que por lo menos un híbrido tiene un comportamiento diferente en las variables antes citadas, no así en rendimiento total. En la interacción ambientes\*híbridos, se muestra que en las variables DEF, CI y VC, cambiaron significativamente de un ambiente a otro.

Tabla 1.- Cuadrados medios de rendimiento y calidad de fruto, de cuatro híbridos de tomate injertado desarrollados bajo cubierta de malla y polietileno.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios				
		Número De Racimos.	Frutos Totales	Peso Total	Diámetro Polar	Diámetro Ecuatorial
Amb.	1	53.4319 **	1090.445 **	52.006715.35 **	0.5050 **	1.2090 **
Rep. (Amb)	6	1.01757 NS	131.035 NS	9896650.68 **	0.1558 NS	0.2987 *
Híbridos	3	15.2121 **	685.965 **	1789956.21 NS	0.8972 **	0.3427 *
Amb*híbridos	3	5.94633 NS	107.525 NS	2256199.61 NS	0.0371 NS	4.18667 **
Error	18	1.85500	58.255	1969667.00	0.0599	0.08118

; ns : significativo y no significativo a una  $p \geq 0.05$ ; (Tukey.  $p \geq 0.05$ ).

La comparación de medias para ambientes muestra que en las variables PTFPP, NRPP, NFPP, NFPP, DP y DE, los valores observados bajo malla fueron significativamente superiores ( $p \leq 0.05$ ) a los observados bajo invernadero (Tabla 3). El PTFPP en malla fue 43% superior al valor encontrado bajo invernadero, de la misma forma el número de racimos que produjeron las plantas desarrolladas en malla fue 18.4% más que en invernadero, así mismo el número

de frutos por planta fue 28% mayor en las mallas, además los frutos fueron en promedio 5.5% más grandes en la estructura con malla que en la estructura con cubierta de polietileno.

Tabla 2.-Rendimiento y calidad de fruto de cuatro híbridos de tomate injertado y desarrollado bajo cubierta de malla y polietileno.

Ambiente	PTFPP (kg)	NRPP	NFPP	DP (cm)	DE (cm)	CL	VC
1.- Malla	8.469 a	16.625 a	52.57 a	5.93 a	7.00 a	0.0074 b	13.9585 b
2.- Polietileno	5.919 b	14.041 b	40.90 b	5.69 b	6.61 b	0.0160 a	16.3739 a

\*; ns : significativo y no significativo a una  $p \geq 0.05$ ; C.V. : coeficiente de variación <sup>za</sup> : valores con la misma letra dentro de cada factor en cada línea son iguales (Tukey.  $p \geq 0.05$ ). Y: media de 4 híbridos de tomate injertado.

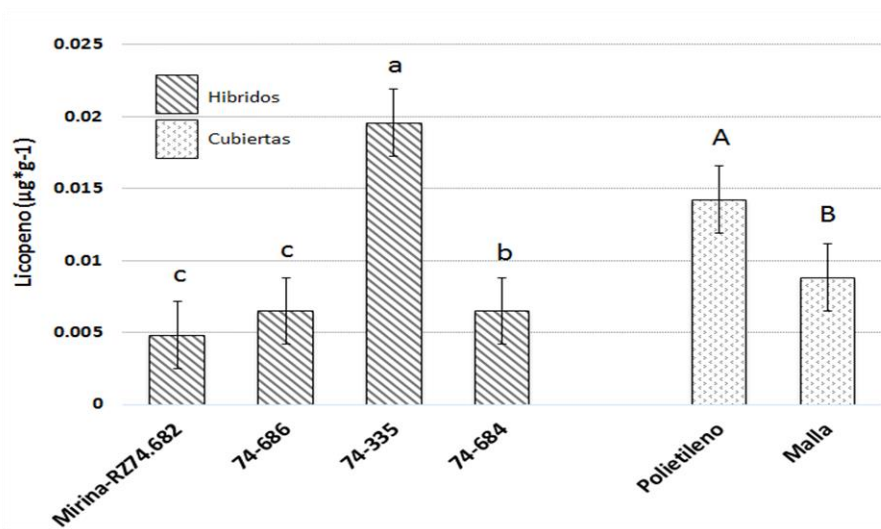


Figura 1. Contenido de licopeno de cuatro híbridos de tomate injertado bajo cubierta de malla y polietileno. Cada barra representa la media de 3 repeticiones (híbridos) y 4 tratamientos (cubiertas). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

La producción de licopeno fue 116% mayor en invernadero que en la cubierta con malla (Figura 1), igualmente en invernadero la VC fue 17% mayor en el invernadero que el contenido observado en los frutos desarrollados bajo malla (Figura 2).

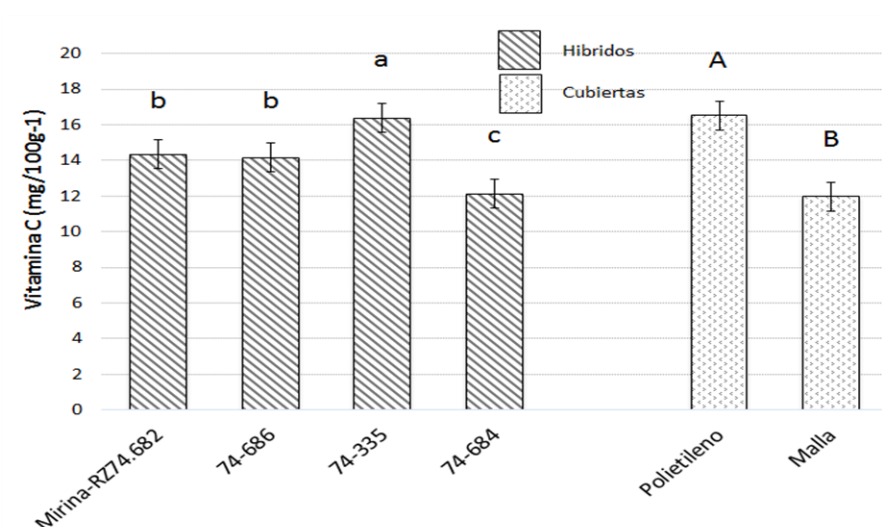


Figura 2. Contenido de vitamina C de cuatro híbridos de tomate injertado bajo cubierta de malla y polietileno. Cada barra representa la media de 3 repeticiones (híbridos) y 4 tratamientos (cubiertas). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

En PTFPP no se encontraron diferencias significativas, pero en la variable NRPP el H3 fue superior en 24% al H4 y en el NFPP el H3 tuvo 55.6% más frutos que el H4. El H3 tuvo frutos de tamaño reducidos, mientras que el H4 fue el híbrido que presentó mayor tamaño de fruto (Tabla 3).

Tabla 3.- Rendimiento y diámetro de cuatro híbridos de tomate injertado.

Híbridos	Numero de racimos	Frutos totales	Peso total de frutos (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
Mirina-RZ74.682	15.2813 a	42.20 b	7314.7 a	6.1650 a	6.9025 b
74-686	15.0313 b	46.85 b	7231.5 a	5.7063 b	6.7500 b
74-335	17.1750 a	59.60 a	7682.0 a	5.3938 c	6.5450 c
74-684	13.8438 b	38.30 b	6548.2 a	5.9725 b	7.0250 a
C.V.	8.882826 *	15.61402 **	19.50829 NS	4.213856 **	4.186674 *

\*; ns : significativo y no significativo a una  $p \geq 0.05$ ; C.V. : coeficiente de variación <sup>z</sup>a : valores con la misma letra dentro de cada factor en cada columna son iguales (Tukey.  $p \geq 0.05$ ). <sup>y</sup>: media de 5 plantas.



### Variables de raíz

Tabla 4.-Cuadrados medios para peso de raíz del portainjerto Colosus, desarrollado bajo cubierta de malla y polietileno.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
		Peso Fresco de Raíz	Peso Seco de Raíz
Amb.	1	14887.213 **	169.708 *
Rep. (Amb)	6	396.459 <sup>NS</sup>	21.887 <sup>NS</sup>
Híbridos	3	520.510 <sup>NS</sup>	20.759 <sup>NS</sup>
Amb*híbridos	3	2732.889 *	54.716 <sup>NS</sup>
Error	18	667.918	20.320

\*; <sup>NS</sup> : significativo y no significativo a una  $p \geq 0.05$ ; (Tukey.  $p \geq 0.05$ ).

La tabla 4 muestra que entre ambientes se encontraron diferencias estadísticas significativas al ( $p \leq 0.01$ ) para PFR y en PSR fue al ( $p \leq 0.05$ ), lo cual indica que el ambiente modificó la acumulación de materia fresca y seca de las raíces del patrón Colosus, aunque no se encontraron diferencias significativas entre raíces al estudiar el patrón Colosus con injertos de los cuatro híbridos bajo estudio (Tabla 5), pero si se encontró diferencias significativas en la interacción de ambientes x híbridos (Tabla 4), indicando por lo menos un híbrido tuvo un comportamiento estadísticamente diferente en uno de los ambientes estudiados.

Table 5.- peso fresco y seco de raíz del portainjerto Colosus con injertos de cuatro híbridos de tomate.

Híbridos	Peso fresco de raíz (g)	Peso seco de raíz (g)
Mirina-RZ 74.682	99.87 a	16.147 a
74-686	77.52 a	11.88 a
74-335	90.01 a	14.833 a
74-684	92.55 a	15.355 a
C.V.	30.971 <sup>NS</sup>	28.712 <sup>NS</sup>

\*; <sup>NS</sup> : significativo y no significativo a una  $p \geq 0.05$ ; C.V. : coeficiente de variación <sup>za</sup> : valores con la misma letra dentro de cada factor en cada columna son iguales (Tukey.  $p \geq 0.05$ ). <sup>Y</sup>: media de 3 plantas.

## Discusión

En el presente trabajo se obtuvieron rendimientos bajo malla de  $15.668 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  mientras que en invernadero fueron de  $10.950 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , los mayores rendimientos obtenidos en la estructura con cubierta de polietileno puede ser consecuencia de las mayores temperaturas presentadas en éste ambiente, aunque Ortega *et al.* (2010) reportó resultados de productividad de tomate no injertado en suelo bajo invernadero de  $7.1 \text{ kg}/\text{m}^2$ , los resultados obtenidos en éste trabajo coinciden con los reportados por Peil y Gálvez (2004) quienes obtuvieron rendimientos de  $15.58 \text{ kg}/\text{m}^2$  en plantas no injertadas y  $14.48 \text{ kg}/\text{m}^2$  en plantas injertadas en un sistema hidropónico. Sin embargo los resultados de la malla fueron superiores a las de la cubierta de polietileno lo que no concuerda con datos reportados por Cih *et al.* (2011) ya que menciona que bajo invernadero se obtiene mayor productividad en el cultivo de tomate que en una cubierta de malla. Los menores rendimientos es probable que se deba a las altas temperaturas que se presentan en ésta región en los meses de junio a agosto, en éste sentido Páez *et al.* (2000) señalan que la temperatura juega un papel muy importante en el cuajado de frutos y su crecimiento, principalmente en los meses de mayo a julio pues la temperatura se incrementa considerablemente por lo que es recomendable el uso mallas para bajar la temperatura dentro de un invernadero, por su parte Meseguer y Espín (2011) indican que las cubiertas plásticas pueden incrementar la temperatura dentro de ella en más de  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  y aunque se puede lograr mayor precocidad la productividad de una variedad de tomate puede ser afectada y se puede afectar directamente a la cantidad de frutos cosechados y el número de cosechas en un ciclo de cultivo, Ardila *et al.* (2011) indican que bajo cubiertas de polietileno la reducción en el rendimiento posiblemente es debido al incremento de la temperatura y la tasa de transpiración, además el tamaño del fruto es afectado por la posición de los fruto en el racimo, siendo el más cercano al tallo el de mayor tamaño y el más lejano con un menor tamaño, por su parte Hernández *et al.* (2009) mencionan que al incrementarse la temperatura, la evapotranspiración sube y su vez la CE en el suelo, conduciendo a desordenes nutricionales en el cultivo del tomate y aborto

de flores, disminución en el tamaño de frutos y una reducción de la productividad. Aunque un factor determinante del tamaño de frutos, es el número de frutos producidos por planta, a mayor número de frutos producidos se tendrán frutos más pequeños y a menor producción de frutos por planta, estos serán de mayor tamaño (Ardila *et al.* 2011). Sin embargo en éste trabajo la producción bajo cubierta de malla tuvo mayor número de frutos, racimos y un mayor tamaño medio en comparación con la cubierta de polietileno en donde se obtuvieron menos racimos y frutos más pequeños (Tabla 4). En el presente trabajo no se encontraron diferencias entre los híbridos injertados sobre el patrón Colosus, por lo tanto se puede indicar que existió compatibilidad entre el patrón y los injertos estudiados, en éste sentido Alan *et al.* (2007) menciona que un portainjerto puede incrementar la productividad, en cambio Hernández *et al.* (2014) mencionan que un portainjerto no compatible puede reducir la productividad de una variedad injertada. La mayor producción de CL y VC observadas bajo condiciones de invernadero, superan estadísticamente a los datos observados bajo la malla, probablemente son consecuencia de las altas temperaturas que se presentaron en invernadero, como lo indican San Martín *et al.* (2012) quienes afirman que las variaciones en la temperatura modifica positiva o negativamente la producción de licopeno en tomates, en este caso probablemente las mayores temperaturas bajo la cubierta de polietileno favorecieron la coloración del fruto, ya que López *et al.* (2004) indican que la coloración de los tomates se desarrolla con mayor eficiencia con temperaturas entre los 12 y 30 °C, propiciando un aumento en la producción de licopeno, sin embargo no se podría afirmar que los frutos bajo cubierta tenían mayor madurez, ya que bajo la cubierta de polietileno también se encontraron las mayores concentraciones de VC, por su parte Casierra y Aguilar (2008) señalan que al incrementar el grado de madurez de un fruto de tomate este reduce su concentración de ácido cítrico, sin embargo también se ha señalado que la intensidad con la cual incide la luz en frutos de tomate afecta significativamente la síntesis de vitamina C y se ha demostrado que al cultivar tomates bajo cubiertas, se reduce el contenido de vitamina C en comparación con los

cultivados a campo abierto (Zapata *et al.*, 2007). Esto explica porque bajo la cubierta de polietileno se tuvieron mayores contenidos de vitamina C, ya que el polietileno permitió una mayor transmitancia de luz que las mallas utilizadas, además, las cubiertas de polietileno tienden a dispersar la luz con mayor eficiencia. En éste trabajo se encontró que el ambiente si afecto significativamente el desarrollo de raíz, encontrando las mayores pesos frescos y secos en el invernadero que en la malla, de los factores que influyen sobre el crecimiento de la raíz esta la temperatura y tensiones de humedad o estrés por altas temperaturas, que como lo señala Meseguer y Espín (2011) posiblemente la temperatura bajo la cubierta de polietileno se incrementó más allá de los 5 °C, por lo tanto los resultados obtenidos podrían coincidir con lo señalado por Chassot *et al.* (2001) ya que mencionan que el crecimiento de la raíz está relacionado con características del suelo y la temperatura, además en la distribución radicular en los perfiles del suelo coinciden con los resultados obtenidos por Zoratelly *et al.* (2009) quienes reportan una distribución entre 51 y 78 % en los primeros 15 cm de profundidad, de 15 a 28 % en la profundidad de 15 a 30 cm y de 4 a 10 % de 30 a 60 cm de profundidad (Figura 3).

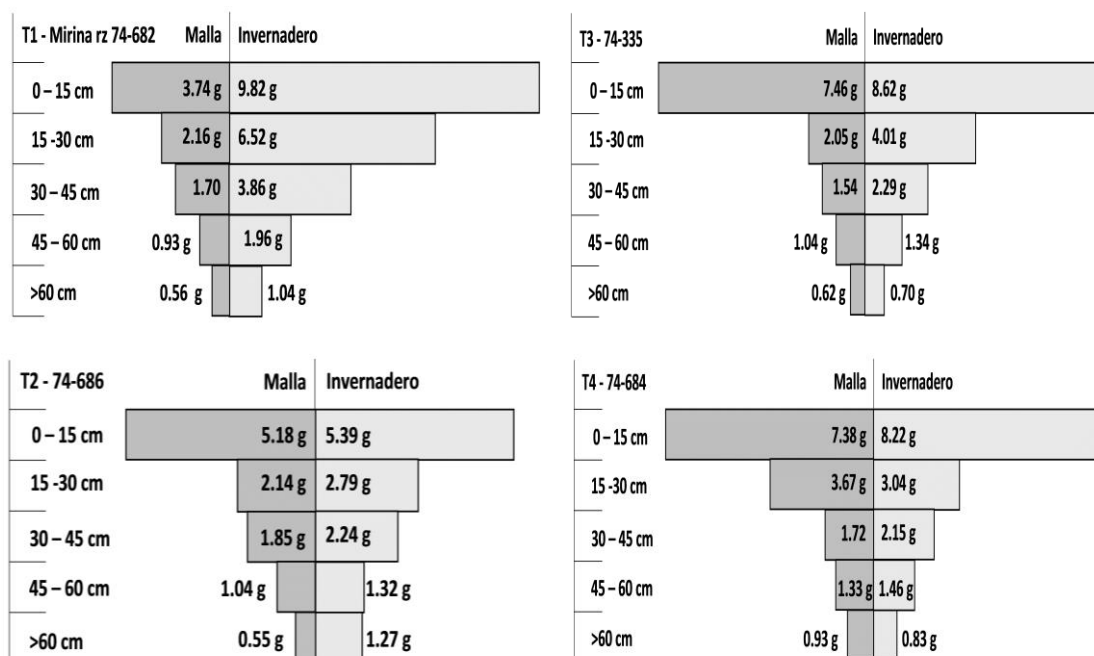


Figura 3. Distribución de la masa de raíz del portainjertos Colosus bajo cubierta de malla y polietileno. Las barras horizontales representan la media de 3 repeticiones en cada cubierta.

## **Conclusiones**

Bajo las condiciones ambientales de General Cepeda, Coahuila con temperaturas entre 30 y 38 °C la producción de tomate bajo malla es superior a la producción de tomate en invernaderos de baja tecnología sin control de temperatura, mejorando además atributos de calidad como tamaño de fruto. Sin embargo la calidad en contenido de licopeno y vitamina C es superior en invernadero que en malla.

La cubierta de polietileno influyó positivamente sobre la acumulación de materia seca del sistema radicular, superando significativamente al sistema radicular desarrollado sobre la malla.

### Literatura citada

- Aballay E, Navarro A (2005). Tolerancia De Algunos Portainjertos A *Tylenchulus Semipenetrans* Cobb 1914 En Chile. Agricultura Técnica, 65(3), 319-322.
- Agricultura Protegida (2012). [http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agricultura/paginas/agriculturaprotegida\\_2012.aspx](http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agricultura/paginas/agriculturaprotegida_2012.aspx).
- Aguilar M G, Holguín, R J (2011) Estrategias De Manejo Fitosanitario En Agricultura Protegida.
- Alan O, Ozdemir N, Gunen Y (2007) Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. Journal of Agronomy 6:362-365.
- Ardila G, Fischer G, López H E B (2012). Caracterización del crecimiento del fruto y producción de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico bajo invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 5(1), 44-56.
- Box J E, Ramseur E L (1993) Minirhizotron Wheat Root Data: Comparisons To Soil Core Root Data. Agron. J. 85, 1058–1060.
- Brandt S, Pék Z, Barna É, Lugasi A, Helyes L (2006). Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(4), 568-572. Comparison of color indexes for tomato ripening.
- Bruton B (2005) Grafting Watermelon Onto Squash On Gourd Rootstock.
- Casierra F, Aguilar Ó E (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agronomía Colombiana, 26(2), 300-307.
- Chassot A, Stamp P, Richner W (2001). Root distribution and morphology of maize seedlings as affected by tillage and fertilizer placement. Plant and Soil, 231(1), 123-135.
- Cih D, Jaramillo I R, Tornero J L, Schwentesius M A (2011). Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el Estado de Jalisco, México. Tropical and subtropical agroecosystems, 14(2), 501-512.
- Coelho E, Or D (1999) root distribution and water uptake patterns of corn under surface and subsurface drip irrigation. plant and soil, 206(2), 123-136.
- Comision Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional (2010) [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=169:coahuila&catid=14:normales-por-estacion](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=169:coahuila&catid=14:normales-por-estacion).
- Financiera Nacional De Desarrollo (2014) Panorama Del Jitomate [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/panoramas/panorama%20jitomate%20\(abr%202014\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/panoramas/panorama%20jitomate%20(abr%202014).pdf)

- Francesc C (2010). Mallas Anti-Insectos. Notas De Cultivo. España.
- García E (2013). Efecto De Una Película Plástica Modificada Con Nanopartículas Y Pigmentos Fluorescentes, En Aspectos Agronómicos, Fisiológicos Y Bioquímicos Del Cultivo De Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.).
- 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.
- Guichard S, Bertin N, Leonardi G, Gary C (2001). Tomato Fruit Quality In Relation To Water And Carbon Fluxes. Agronomie-Sciences Des Productions Vegetales Et De L'environnement, 21(4), 385-392.
- Hernández Z, Sahagún J, Espinosa P, Colinas M T, Rodríguez J E (2014). Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. Revista fitotecnica mexicana, 37(1), 41-47.
- Hernández M I, Chailloux M, Moreno V, Mojena M, Salgado J M (2014). Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la época de primavera-verano. Cultivos Tropicales, 35(4), 106-115.
- Hernández M I, Salgado J M, Chailloux M, Moreno V, Mojena M (2009). Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su efecto en la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes. Cultivos Tropicales, 30(4), 00-00.
- Jaramillo J (2007). Agricultura Protegida, Una Alternativa Para La Horticultura. En: Frutas Y Hortalizas. Revista De La Asociación Hortofrutícola De Colombia, Asohofrucol, (5): Nov-Dic 2007: 38-41.
- Jaramillo J, Rodríguez V, Guzmán M, Zapata M, Rengifo T (2007). Manual Técnico Bpa En La Producción De Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Colombia: Corpoica, Fao-Mana. Primera Edición. 314 P.
- Jouhlan J P (2002). Nota Científica Comportamiento De Algunos Cítricos Sobre Diferentes Portainjertos, En Su Tercera Temporada De X Crecimiento, Quillon Viii Región, Chile1. Agricultura Técnica (Chile), 62(3), 469-479.
- Juárez L P, Bugarín M R, Sánchez A L, Balois M R, Juárez R C, Cruz C E (2012). Horticultura Protegida En Nayarit, México: Situación Actual Y Perspectivas. México. Biociencias. 14:16-24.
- Lee J M, Oda M (2003) Graftin Of Herbaceous Vegetables And Ornamental Crops. Hort. Rev. 28: 61-124.
- Li l, sun j, zhang f, guo t, bao x, smith f a, smith s e (2006) root distribution and interactions between intercropped species.oecologia, 147(2), 280-290.
- López C, A F, Gómez P A 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. Hort. Bras. 22(3): 534-537.

- López E J, Romo A R F, Domínguez J G (2008). Evaluación De Métodos De Injerto En Sandía (*Citrullus Lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) Sobre Diferentes Patrones De Calabaza. *Idesia* (Arica), 26(2), 13-18.
- Max J F, Horst W J, Mutwiwa U N, Tantau H J. (2009). Effects of greenhouse cooling method on growth, fruit yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a tropical climate. *Scientia horticulturae*, 122(2), 179-186.
- Mazuela P, Acuña I, Álvarez M, Fuentes A (2010) producción y calidad de un tomate cherry en dos tipos de invernadero en cultivo sin suelo. *idesia* (arica), 28(2), 97-100.
- Meseguer, E G, Espín J M G (2011). Cultivos bajo cubierta en el sureste de España. *Papeles de geografía*, (53), 155-170.
- Michelakis N, Vougioucalou E, Clapaki G (1993) Water Use, Wetted Soil Volume, Root Distribution And Yield Of Avocado Under Drip Irrigation. *Agric. Water Manage.* 24, 119–131.
- Mínguez L (2012). El Cultivo En Invernaderos Y Su Relación Con El Clima. *Cuadernos De Estudios Agroalimentarios*, (3), 23-44.
- Noreña E J, Rodríguez V P, Aguilar A A, Restrepo J F, Felipe J (2013). Producción Bajo Condiciones Protegidas. *Tecnología Para El Cultivo Del Tomate Bajo Condiciones Protegidas*, 15-55.
- Nuez F (2001) El Cultivo De Tomate. *MundiPrensa*. 50-51
- Oda M (1995). New Grafting Methods For Fruits Bearing Vegetables In Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 29: 187-194.
- Ortega L D, Sánchez J, Ocampo J, Sandoval E, Salcido B A, Manzo F (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, 6(3), 339-346.
- Páez A, Paz V, López J (2000). Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 17(2).
- Peil R M, Gálvez J L (2004). Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. *Hort. Bras*, 22(2), 265-270. 2012124iii\_5.
- Peña M Y, CASIERRA F. Á N O R, Monsalve O I (2013). Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cascarilla de arroz mezclada con materiales minerales y orgánicos. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(2), 217-227.



- Ponce C P (2015) Producción De Tomates En Invernadero En México. <http://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/produccion-de-tomate-s-en-invernadero-en-mexico/>
- Reséndiz M, Aguilar J, Luévano A (2011). Características De La Agricultura Protegida Y Su Entorno En México. *Revista Mexicana De Agronegocios*, 15(29), 763-774.
- Rivas M P, Albarracín M, Moratinos H, Navas F Z (2012). Rendimiento y calidad de fruto en cuatro cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones protegidas. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 29(3).
- Riveros B (2001). Efecto Del Método Y Edad De Las Plántulas Sobre El Prendimiento Y Desarrollo De Injertos En Melón (*Cucumis Melo*). *Agricultura Técnica*, 61(3), 262-274.
- Siap (2014). <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>.
- Shany M (2007). *Tecnología De Producción Bajo Cobertura*. Israel: Edición Ing. Agr. Evelyn Rosenthal. 69 P
- Vargas C, Nienhuis J (2012). Evaluación Del Crecimiento Y Productividad Del Tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) Bajo Cultivo Protegido En Tres Localidades De Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 25(1), 3.
- Zapata L M, Gerard L, Davies C, Schvab M D C (2007). Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates. *Ciencia, docencia y tecnología*, (35), 175-193.