

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Evaluación de poda a uno, dos y tres tallos en Tomate (*Lycopersicum  
esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía e invernadero**

**POR**  
**ROSA ELVIRA SANDOVAL SILOS**

**TESIS**  
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA**  
**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN COAHUILA**

**AGOSTO DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de poda a uno, dos y tres tallos en Tomate (*Lycopersicum  
esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía e invernadero

POR  
ROSA ELVIRA SANDOVAL SILOS  
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ


VOCAL:

  
ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:

  
M.C. DAVINO PÉREZ MENDOZA

VOCAL SUPLENTE:

  
ING. JUAN DE DIÓS RUIZ DE LA ROSA

  
ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN COAHUILA

AGOSTO DE 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Evaluación de poda a uno, dos y tres tallos en Tomate (*Lycopersicum  
esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía e invernadero**

**POR  
ROSA ELVIRA SANDOVAL SILOS**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR**

**ASESOR PRINCIPAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. DAVINO PÉREZ MENDOZA**



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

  
\_\_\_\_\_  
**ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TORREÓN COAHUILA**

**AGOSTO DE 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradecer a Dios** por todo lo que me ha regalado, gracias padre bendito.

**A mi Alma Terra Mater** por permitir realizar mis estudios profesionales.

**Al Instituto Tecnológico de Roque**, Celaya Guanajuato, por permitirme realizar mi proyecto de tesis para titulación.

**Al M.C. José Guadalupe García Rodríguez**, por apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

**Al Dr. Esteban Fabela Chávez**, por su colaboración y ayuda en la revisión del presente trabajo.

**Al ME. Víctor Martínez Cueto**, por su colaboración y ayuda en la revisión del presente trabajo.

**Al M.C. Davino Pérez Mendoza**, por su colaboración y ayuda en la revisión del presente trabajo.

**A todos** y cada uno de los profesores por sus conocimientos aportados.

## RESUMEN

La función de los invernaderos es la de modificar total o parcialmente aquellas condiciones de clima que son adversas, además de aplicar agua y fertilizantes de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas; esto se traduce en incrementos significativos de rendimiento y calidad. Por otro lado las tecnologías de producción de hidroponía en condiciones abiertas y en sistemas controlados han incrementado el rendimiento de las hortalizas por unidad de superficie; sin embargo, para maximizar la producción, se aplican altas cantidades de agroquímicos directamente al suelo. La técnica de hidroponía tiene la ventaja del reciclamiento o reutilización de la solución nutritiva drenada, evitando con esto la contaminación de las corrientes subterráneas y mantos acuíferos. El problema principal que existe en la producción de hortalizas en todos los sistemas de producción es el uso ineficiente del agua de riego, ya que durante los ciclos productivos se aplica una cierta cantidad de agua pero que de ello deriva una cierta cantidad que los cultivos desechan y es conocido como drenaje. Por ello la importancia de esta investigación es el de manejar el cultivo a diferentes conducciones en cuanto a tallos se refiere para identificar y definir el mejor sistema de conducción con la finalidad de eficientar los recursos e insumos que en ello intervienen e incrementar los rendimientos, así como la calidad. El trabajo se realizó en el invernadero del Instituto Tecnológico de Roque, durante el ciclo primavera verano 2012. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 5 repeticiones, en donde el tratamiento 1 corresponde al sistema de conducción o poda a un tallo, el tratamiento 2 corresponde a la conducción o poda a 2 tallos, y el tratamiento 3 a la conducción o poda a tres tallos. Las variables que se midieron fueron en base a calidad tales como diámetro polar, diámetro ecuatorial del fruto, así como ° brix y rendimiento en kg/planta, kg/m<sup>2</sup> y t/ha. Para la variable de rendimiento el tratamiento 3 se observa que el tratamiento 3 obtuvo la mayor producción, para las variables de calidad en cuanto a diámetro polar y ecuatorial no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

**Palabras clave:** Cultivo, Tallos. Rendimiento, Hidroponía, Invernaderos

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	I
<b>RESUMEN</b>	II
<b>INDICE</b>	III
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	V
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
2.1 Origen	4
2.2 Descripción botánica	4
2.3 Necesidades climáticas	6
2.4 Requerimientos edáficos	7
2.5 Trasplante	7
2.6 Sistemas de cultivo	8
2.6.1 Sistema de plantas acostadas	8
2.6.2 Sistema de plantas tutoradas	8
2.7 Labores culturales	9
2.7.1 Trasplante	9
2.7.2 Entutorado	9
2.7.3 Poda de tallos y hojas	10
2.7.4 Poda de frutos	11
2.7.5 Polinización	11
2.8 Cosecha	12
2.9 Invernaderos.	13
2.10 Sustratos	14
2.11 Riegos	14
2.12 Solución nutritiva	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	16
3.1 Ubicación del experimento	16
3.2 Descripción del invernadero	16
3.3 Material vegetal y desarrollo de plántula	17
3.4 Sustrato	17
3.5 Trasplante	18
3.6. Riegos	18
3.7 Solución nutritiva	19

3.8 Variables a evaluadas	20
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>22</b>
4.1. Rendimiento de fruto	22
4.2. Calidad del fruto	24
4.2.1. Diámetro ecuatorial	24
4.2.2. Diámetro polar	26
4.3.3. Contenido de sólidos solubles (° Brix)	28
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Fertilizantes comerciales y cantidades utilizadas para la preparación de la solución nutritiva	20
Cuadro 2	Análisis de varianza de la variable rendimiento de fruto en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	23
Cuadro 3	Comparación de medias de los tratamientos de la variable rendimiento del fruto con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	23
Cuadro 4	Análisis de varianza de la variable calidad en base a diámetro ecuatorial de fruto en la de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	25
Cuadro 5	Medias de los tratamientos de la variable diámetro ecuatorial del fruto en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	25
Cuadro 6	Análisis de varianza de la variable diámetro polar del fruto, en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	27
Cuadro 7	Medias de los tratamientos de la variable diámetro polar del fruto en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	27
Cuadro 8	Análisis de varianza de la variable calidad de fruto en base a sólidos solubles (°Brix), en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	29
Cuadro 9	Medias de los tratamientos de la variable calidad de fruto en base a sólidos solubles (°Brix), en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012	29



## I. INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más extensamente cultivada en el mundo, después del chile y la papa. Comercialmente se producen 45 millones de toneladas métricas de tomate por año en 2.2 millones de hectáreas, pero sólo el 15% de la producción corresponde a los trópicos. En México, el tomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. En condiciones de campo abierto se cultivan alrededor de 70,000 ha Los estados de Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán son los principales estados productores. Así mismo, es una de las principales hortalizas de exportación (Sánchez, *et al.*, 2004).

La función de los invernaderos es la de modificar total o parcialmente aquellas condiciones de clima que son adversas, además de aplicar agua y fertilizantes de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas; esto se traduce en incrementos significativos de producción, tanto en cantidad como en calidad. Sin embargo, antes de incursionar en este sistema de producción se debe tener en cuenta que producir en condiciones de invernadero es más costoso que producir en campo abierto y que no es tarea fácil ya que se trata de practicar agricultura de precisión.

Por otro lado las tecnologías de producción de hidroponía en condiciones abiertas y en sistemas controlados (invernaderos) han incrementado el rendimiento de las hortalizas por unidad de superficie; sin embargo, para maximizar la producción, se aplican altas cantidades de fertilizantes y otros productos químicos, los cuales deben ser utilizados racionalmente cuando son aplicados directamente al suelo, debido a que un uso inadecuado del agua de riego, lixivia nutrimentos tales como nitratos y fosfatos que contaminan las aguas subterráneas. La técnica de hidroponía tiene la ventaja del reciclamiento o reutilización de la solución nutritiva drenada, evitando con esto la contaminación de las corrientes subterráneas y mantos acuíferos.

El problema principal que existe en la producción de hortalizas en todos los sistemas de producción es el uso ineficiente del agua de riego, ya que durante los ciclos productivos se aplica una cierta cantidad de agua pero que de ello deriva una cierta cantidad que los cultivos desechan y es conocido como drenaje. La cuantificación del drenaje en invernaderos y mediante la utilización de sustratos, se hace en términos de tanto por ciento de volumen de agua sobrante con respecto al total de agua aportada en cada riego, estos porcentajes se manejan de 20 a 30 % y para otros de un 10 a un 20 % de drenaje (INIA, 2001-2004)

Por lo que en el presente trabajo se pretende evaluar diferentes sistemas de conducción de tallos mediante la utilización de tezontle como sustrato, para observar el rendimiento del tomate por lo que se presentan los siguientes objetivos:

## **1.1 Objetivos**

Evaluar el desarrollo y rendimiento del tomate con podas de formación a uno, dos y tres tallos.

Evaluar la producción y calidad del tomate bajo un sistema intensivo a nivel comercial.

## **1.2 Hipótesis**

La conducción a uno, dos y tres tallos afectan positivamente el rendimiento del cultivo del tomate bajo hidroponía.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen

Espinosa, (2004) menciona que el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), pertenece a la familia de las Solanáceas. Se cree que es originario de la faja costera del oeste en América del Sur, cerca de 30° latitud sur de la línea ecuatorial. En la región andina del Perú se encuentran, a lo largo y ancho, numerosos parientes silvestres y cultivados del tomate, también Ecuador y Bolivia, así como en la Isla Galápagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan diversas condiciones ambientales basadas en altitud y latitud y, representan un amplio grupo de genes para el mejoramiento de la especie.

Espinosa, (2004) describe que el cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de Origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre "tomate" Viene del lenguaje náhuatl de México y las variantes han seguido al jitomate en su Distribución por el mundo.

### 2.2 Descripción botánica

Espinosa, (2004) menciona que el sistema radical del tomate consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias; la raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad; sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales, las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones de tallo y en particular la basal, en condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias.

Espinosa, (2004) menciona que la planta de tomate es una herbácea, perenne cultivada como anual, es ramificada, con crecimiento indeterminado o determinado por un racimo floral. El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al alcanzar un determinado número de ramilletes detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). Los tallos son pubescentes en toda su superficie. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, sobre todo el brote inmediato inferior al racimo, el cual surge con gran vigor.

Nuño, (2007) describe a la hoja del tomate como, compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Nuño, 2007).

Nuño, (2007) describe que la flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Nuño, (2007) menciona que las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10. Las inflorescencias se desarrollan cada 23 hojas en las axilas.

Espinosa, (2004) describe al fruto del tomate como una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas.

Espinosa, (2004) describe que el tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en la base de la planta o ramificado en la parte superior. Las flores son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares; el cáliz tiene cinco pétalos, corola soldada interiormente, con cinco pétalos que conforman un tubo pequeño, los cinco estambres están soldados, el estilo a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 - 6 flores; en tomates de calibre mediano aumenta de 10 – 12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo.

Espinosa, (2004) describe que la semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil.

### **2.3 Necesidades climáticas**

Pérez (2010) el tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura de suelo debe ser de 12° a 16°C como mínima 10°C y máxima de 30°C y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21° a 24° C, siendo la óptima de 22° C; a temperaturas menores de 15° C y mayores de 35° C puede detenerse su crecimiento. Cuando se presentan temperaturas altas mayores de 38°C durante 5 a 10 días antes de la antesis, hay poco amarre de fruto debido a que se destruyen los granos de polen, si las temperaturas prevalecen durante 1 a 3 días después de la antesis, el embrión es destruido (después de la polinización). El amarre del fruto también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas de 25° a 27° C, antes y después de la antesis. A temperaturas de 10° C o menores, un gran porcentaje de flores abortan.

Pérez (2010) menciona que la temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18° a 24° C, si la temperatura es menor de 13° C, los frutos tienen una maduración muy pobre. Asimismo, cuando la temperatura es mayor de 32° C durante el almacenamiento, la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos se tornan amarillos. Se afirma que a temperaturas de 22° a 28° C se obtiene una óptima pigmentación roja.

## **2.4 Requerimientos edáficos**

Pérez (2010) menciona que el tomate puede crecer en una gran variedad de suelos desde limo - arcillosos hasta los limo - arenosos y en suelos con alto contenido de materia orgánica, el pH puede variar de 5.5 a 7.0, mayores o menores pH pueden causar dificultades especialmente deficiencias de minerales o inclusive toxicidad, el suelo debe tener un buen drenaje o plantar en camas altas, ya que el tomate no puede permanecer inundado por largos períodos. Cuando el suelo presenta Fusarium y Verticillium, deberá utilizarse cultivares con resistencia a estos hongos patógenos.

## **2.5 Trasplante**

Pérez (2010) menciona que El trasplante es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícolas, que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almácigos de estas áreas de crecimiento, a los terrenos agrícolas donde completarán su ciclo de desarrollo.

Pérez (2010) también menciona que se utiliza para acelerar el crecimiento inicial de las hortalizas que se adaptan a esa forma de manejo y establecer poblaciones uniformes de plantas, que faciliten labores agrícolas posteriores, como son: riego, combate de plagas y enfermedades y épocas de cosecha. La planta sufre un

retraso en el desarrollo normal a causa del trasplante. Esto se debe a la rotura de muchas de sus raíces, lo que afecta el flujo de agua y nutrientes así como la detención o retardos de su desarrollo y en casos extremos la muerte. El endurecimiento de la planta en el almácigo tiene por objeto provocar la formación de tejidos firmes (Pérez, 2010).

## **2.6 Sistemas de cultivo**

Pérez (2010) menciona que la distancia de trasplante y la densidad de plantas por hectárea depende del sistema del cultivo y de la variedad, distinguiéndose dos sistemas.

### **2.6.1 Sistema de plantas acostadas**

Pérez (2010) menciona que este sistema predomina en la producción de tomate para la industria, exige el uso de variedades cuyo fruto no se deteriore al estar en contacto con el suelo. Es por esto que se eligen zonas semiáridas o regiones de clima seco para éste cultivo. Su óptima densidad de siembra es de 40 a 60,000 plantas/ha. Con distancias de 25 cm. entre plantas con una cama de 150 cm de ancho, y 20 cm entre plantas y cama de 100 cm de ancho, según la variedad

### **2.6.2 Sistema de plantas tutoradas**

Haefl (1987) menciona que el objetivo del estacado es el de prevenir el contacto del fruto con el suelo, facilitar un mejor control sanitario y obtener una producción continua. Usándose para la producción de tomate para consumo directo requiere el uso de variedades de tipo indeterminado, de acuerdo con las



características de la variedad y según la poda o el tipo de guía, su densidad va de 15,000 a 35,000 plantas / ha.

## **2.7 Labores culturales**

### **2.7.1 Trasplante**

Es el paso de la planta desde el semillero al asiento definitivo del cultivo. Previo al trasplante se da un riego abundante para humedecer, desplazar las sales y bajar la conductividad eléctrica del medio donde se van a establecer el cultivo. Posteriormente se abren los hoyos y se depositan las plantas, y se da un riego de asiento para asegurar un buen contacto con el suelo y el cepellón puede ayudar la aplicación de un enraizante y algún fungicida contra hongos de raíz y cuello.

### **2.7.2 Entutorado**

Castellanos, (2003) menciona que en consecuencia del crecimiento de los tallos, estos se van liando con un hilo de rafia. Es fundamental hacerlo con oportunidad, un retraso en el mismo aumenta el riesgo de daño en los brotes.

La rafia se sujeta al tallo, ya sea mediante un nudo no corredizo o un anillo de plástico, desarrollado para este fin. Al anudar la rafia al tallo, el ojal debe quedar holgado, para no ligar al tallo, conforme se va desarrollando la planta, la rafia se va enredando del tallo, o bien mediante los anillos de plástico, todo del mismo

### **2.7.3 Poda de tallos y hojas**

Castellanos, (2003) menciona que la poda es una práctica obligatoria en variedades de crecimiento indeterminado. Cuando se dejan dos tallos por planta, puede ser desde el semillero, despuntando el tallo principal por encima de las hojas de los cotiledones, para que las axilas de estas salgan los brotes que serán los tallos principales. De lo contrario, se deja el brote inmediato inferior del primer ramillete, estos brotes tienen un mayor vigor, por lo que se deben utilizar para generar un nuevo tallo en caso de que una planta haya fayado, para este fin y otros se puede manipular y sacar ventaja de ellos. No obstante, sino se podan oportunamente el desbrote a destiempo se convierte en un problema y disminución en el rendimiento.

En la poda de hojas, se va eliminando todas aquellas inferiores senescentes por debajo del último racimo que se va cosechando. El corte de la hoja debe ser limpio y al ras del tallo principal para evitar entrada de patógenos (Botritis). Evitar la poda severa de hojas. Es importante supervisar la buena ejecución de estas tareas.

Con el deshojado se consigue una mayor ventilación y mejora el color de los frutos. Cuando las plantas han adquirido un exceso de vigor (hojas muy grandes y tallo muy gruesos) es recomendable entresacar las hojas. El deshojado se hace periódicamente no quitando más de dos o tres plantas en una sola vez, para no estresar la planta en su balance hídrico y energético.

#### **2.7.4 Poda de frutos**

El número de frutos por ramillete incide sobre el tamaño final de los mismos. Las inflorescencias con gran número de flores es necesario despuntarlos, para que los frutos desarrollen buen tamaño y también para evitar que se desprenda el ramillete. Las podas de frutos deben ser tan oportunas como sea posible, poco después de que los frutos han sido cuajados. Se eliminan todos aquellos malformados, así como los que llevan un retraso significativo en relación con el resto, así como los que se identifiquen que no han sido bien polinizados. En las variedades para racimo solo se dejan de 5 a 6 frutos por racimo. Es conveniente tener siempre en mente que las hojas son la fuente de los carbohidratos y en los frutos es donde se almacenan.

#### **2.7.5 Polinización**

Para el cuajado de los frutos se utilizan varias técnicas: mecánico, mediante insectos con fitorreguladores.

El de tipo mecánico es eficiente, siempre y cuando las condiciones de humedad relativa y temperatura sean favorables, cuando haya un mayor desprendimiento del polen de la flor.

Mediante movimiento de las inflorescencias que puede ser métodos variados, pero el que se ha impuesto es el movimiento de la planta con un chorro de aire con máquinas de mochila, o con golpes vibrantes al emparrillado del entutorado.

El uso de insectos básicamente concierne al uso de abejorros *bombus terrestris*, es el que por su rusticidad se ha impuesto. El abejorro visita las flores en busca de polen como fuente de proteína para alimentar las larvas de la colonia. Visita entre 6 y 10 flores por minuto, siendo así, una colmena sería capaz de polinizar entre 20 y 50 mil flores diariamente.

La vida útil de la colmena va de 5 a 8 semanas, dependiendo de las condiciones ambientales, siendo el invierno el que más las castiga. La evolución de la colmena es de carácter exponencial por lo que se debe programar la incorporación de colmenas para sostener una alta población. Los abejorros dejan una marca de color naranja en las flores visitadas. En promedio se requiere en 1 colmena por cada 1000 m<sup>2</sup>.

Los fitorreguladores u hormonas (derivados de las auxinas y giberelinas) para el cuaje de los frutos de tomate tuvo como auge hace dos décadas, sobre todo en épocas de temperatura extremas. La falta de calidad en los frutos cuajados con hormonas, junto con el aumento en la incidencia de enfermedades criptogámicas (*Botrytis*) y el buen desempeño de los abejorros y su eficiencia en la polinización han minimizado el uso de hormonas. Por otro lado el mercado rechaza los frutos carentes de semillas.

## **2.8 Cosecha**

Si son para la transformación, para la industria, deben estar completamente encarnados; si son para abastecer los mercados locales pueden estar rojos pero no completamente maduros, y si es para exportación deben presentar ligeros indicios de coloración según, Anderlini, (1976). El fruto se cosechará cuando este maduro. En ese momento puede presentar 3 tonos de color distintos:

1. Verde maduro, es decir color verde claro
2. El pintón, cuando está virando a rojo
3. El rojo - maduro, cuando es rojo intenso

Si los frutos son para consumo en fresco, la cosecha se realizará a mano, de forma escalonada, y se recolectarán aquellos que sean verdes o pintones. Si el tomate está destinado para la industria, la cosecha se puede hacer mecanizada y se realiza cuando el fruto tiene un color rojo intenso. La época de cosecha dependerá del ciclo de cultivo:

- a) Ciclo extra temprano. La cosecha se realiza a finales de invierno
- b) Ciclo medio. La cosecha se realiza a lo largo de todo el verano
- c) Ciclo tardío. La cosecha se realiza desde finales de verano hasta mediados de invierno.

## **2.9 Invernaderos.**

Matalla, (1993) menciona que la eficiencia y la funcionalidad son las dos características principales que deben tener los invernaderos. Por eficiencia se entiende la idoneidad para condicionar alguno de los principales elementos del clima, no de una manera estática o incontrolable sino entre límites bien determinados de acuerdo con las exigencias fisiológicas del cultivo. La funcionalidad es el conjunto requisitos que permiten la mejor utilización del invernadero, tanto del punto de vista técnico como económico. Estas dos características requeridas a los invernaderos deberán estar convenientemente armonizadas en orden a definir al invernadero como el sistema productivo capaz de obtener cosechas fuera de la época normal en la que aparece en el mercado. Para lograr esta finalidad en los invernaderos es preciso, en primer lugar, realizar un análisis de los recursos naturales y humanos disponibles en la zona donde se pretenda construir el invernadero. En segundo lugar, se deberá abordar

un estudio riguroso sobre las posibilidades del mercado y la comercialización de los productos agrícolas obtenidos a través de la explotación del invernadero.

## **2.10 Sustratos**

Según Cadahia, (2000) menciona que el termino sustrato se aplica en Horticultura a todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir (material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Cadahia, (2000) menciona que se entiende por cultivo sin suelo aquel sistema de cultivo en el que la planta desarrolla su sistema radicular en un medio (sólido o líquido) confinado en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo. Desde su punto de vista práctico, los cultivos sin suelo suelen clasificarse en cultivos hidropónicos (cultivo en agua más nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivo sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico). En adición, los cultivos sin suelo pueden funcionar como sistemas abiertos, a solución perdida, no recirculante, o como sistemas cerrados, con recirculación de las soluciones nutritivas.

## **2.11 Riegos**

En condiciones de invernadero, el riego se aplica mediante goteo. En el apartado de fertirrigación se ahonda más al respecto. El sistema de riego lo conforma un cabezal de riego (bombas, depósitos, cuadros de control, etc.) y las líneas de distribución del agua. Como cualquier componente, se le debe dar mantenimiento y asegurar su vida útil.

## 2.12 Solución nutritiva

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente. Una Solución Nutritiva verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Favela *et al*, 2006).

La Solución Nutritiva está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que éstos estén disponibles para las raíces de las plantas (Favela *et al*, 2006).

La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos, puede ocasionar su deficiencia en la planta, además de un desbalance en la relación mutua entre los iones. Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada, necesaria para que las plantas absorban los nutrimentos; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a excesos o déficit en el medio de cultivo y afectará la producción (Favela *et al*, 2006).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el invernadero del Instituto Tecnológico de Roque (ITR), el cual se ubica en el km. 8, Carretera Celaya – Juventino Rosas en Celaya Guanajuato, México, cuyas coordenadas son 20° 32' de latitud norte y 100° 45' de latitud oeste, a una altitud de 1762 msnm (Mendoza, *e.t al.* 2002).

#### 3.2 Descripción del invernadero

El invernadero es austero de tipo túnel de estructura metálica con una altura de 6.50 metros a la parte cenital o cumbrera, con cubierta plástica y con cortinas laterales, frontales y cenitales, los cuales tienen instaladas mallas antiafidos en las paredes, la superficie cubierta del invernadero es de 1000 m<sup>2</sup>, el sistema de riego utilizado es por goteo adaptado con un cabezal de riego que consta de dos tinacos con capacidad de 2500 litros de agua, una bomba de 1 HP, dos manómetros para checar presión de entrada y salida, un filtro de anillos, una válvula expulsadora de aire (ventosa), y un ventury para la inyección de fertilizante, cuenta con un programador de riego (timer) marca Honter® el cual cuenta con tres programas y 6 sectores de riego, en el interior están instalados 2 electroválvulas para automatismo y programación de los tiempos y frecuencias del riego. Cuenta con



Tutoreo con alambre galvanizado calibre 12, y la capacidad del invernadero es de una densidad de 2904 plantas.

### **3.3 Material vegetal y desarrollo de plántula**

El material vegetal que se utilizó es un híbrido comercial de crecimiento de tipo indeterminado denominado “El Cid”, el cual se germinó y trasplanto en el invernadero del ITR.

La siembra se realizó el 15 de Febrero de 2012, en charolas de plástico de 200 cavidades, el sustrato utilizado para la germinación fue peat-moss, antes de realizar la siembra se humedeció el sustrato con agua para el posterior llenar las charolas, enseguida se procedió a realizar la siembra colocando una semilla por celdilla y por último se cubrió la semilla con una capa del sustrato a base de vermiculita, las charolas se colocaron en el interior de uno de los invernaderos de producción de plántulas.

### **3.4 Sustrato**

Se utilizó como medio de cultivo tezontle rojo, con diámetros 0.2 a 0.5 mm, el cual se colocó la cantidad de 14 litros por contenedor (bolsas de polietileno) de color negro cuyas dimensiones son de 40 cm de diámetro por 40 cm de altura.

Antes de realizar el trasplante se realizó al sustrato un prueba de retención de humedad máxima de manera práctica, la cual consistió en saturar con agua una bolsa (contenedor) con el sustrato tezontle, la cual tiene un área de 0.42 m<sup>2</sup>; se midió la cantidad de agua aplicada hasta saturación, después se procedió a perforar las bolsas para dejar drenar el agua y por diferencia se determinó la retención de agua entre lo aplicado y lo drenado.

### **3.5 Trasplante**

El trasplante se realizó el 20 de Marzo de 2012, cuándo las plantas tenían una altura promedio de 12-15 cm. Antes de colocar las plantas en las bolsas primeramente se humedeció el sustrato (tezontle) a través del sistema de riego, el agua de riego aplicado ya contenía solución nutritiva, esto con la finalidad de que al momento de colocar la plantas en el sustrato ya se tenga nutrientes, los cuales ayudarán al desarrollo del cultivo.

### **3.6. Riegos**

Los riegos se aplicaron a través del sistema de riego automatizado, el método que se utilizó para determinar la cantidad de agua aplicar fue en base al porcentaje de drenajes o lixiviado, y consistió en colocar una charola de fierro galvanizado con una perforación u orificio para captar el lixiviado.

Al inicio en la etapa de desarrollo del cultivo se aplicaron únicamente riegos ligeros para únicamente mantener húmedo el sustrato, con la finalidad de hacer un uso eficiente del agua y fertilizantes, por lo tanto no se obtuvo lixiviados, posteriormente cuando el cultivo alcanzó su etapa de formación de frutos se aplicaron un promedio de 24 riegos durante el día, con una frecuencia de cada media hora entre cada riego con cuatro minutos de cada riego.

### **3.7 Solución nutritiva**

Se utilizó la solución nutritiva de Steiner (1984) consistiendo en aplicar 12, 1, 7, 7, 9, y 4 meq/litro de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{SO}_4$ , K, Ca y Mg, respectivamente. En la Tabla 3 se muestran los fertilizantes comerciales y las cantidades utilizadas en la preparación de la solución nutritiva. La solución se preparó para una conductividad eléctrica de 2 dS/m y un pH de 5.5 a 6.5 según la metodología propuesta por Favela *et al.*, (2006).

Dicha solución nutritiva se manejó al inicio durante el desarrollo de la plántula, la cual se fue modificando y ajustándose de acuerdo a cada una de las etapas de desarrollo, llegando a manejar conductividades eléctricas de 2.8 ds/m, esto durante la producción.

Los Microelementos se adicionaron con un compuesto comercial denominado QUELATEX MULTI® el cual contiene los siguientes elementos y concentraciones: Fe 6.25%, Zn 2%, Mn 2%, B 0.40%, Cu 0.15 % y Mo 0.05 %; de este fertilizante se

agregaron 100 gramos por cada 2500 litros de agua, lo que equivale a 0.04 gr por litro de agua.

Cuadro 1. Fertilizantes comerciales y cantidades utilizadas para la preparación de la solución nutritiva.

Fertilizante	Fórmula	Composición (%)	Dosis (g/1000 L)
Ácido fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0-85-0	56 ml
Nitrato de calcio	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	15.5-0-0+26.0 CaO	580
Multi npk	NPK	13-02-44	614.22
Sulfato de magnesio	MgSO <sub>4</sub>	16% Mg, 12.8%SO <sub>4</sub>	279.5
Sulfato de potasio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0-0-50-(18% SO <sub>4</sub> )	105.56

### 3.8 Variables a evaluadas

Las variables calidad evaluadas fueron:

Calidad del fruto se determinó en base a peso, tamaño y contenido de sólidos solubles (°Brix). Para determinar el rendimiento en cada corte se pesó el tomate, para determinar la calidad se midió el tamaño del fruto tanto de manera ecuatorial como polar con un vernier marca TRUPER Stainlss Steel (mm/in), y se determinó la concentración de sólidos solubles (°brix), con un refractómetro marca Atago Hand Refractometer 9310.

El rendimiento en kg/planta, por metro cuadrado y toneladas por hectárea se determinó pesando los frutos por separado de cada planta, por corte con una báscula Toro Rey Modelo EQ-10/20 Capacity 10 x 0.002 kg.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Rendimiento de fruto

El análisis de varianza de la variable de rendimiento de fruto del cultivo del tomate, se encontró diferencia significativa (\*), entre los tratamientos aplicados, En la Cuadro 2 se muestran los niveles de significancia obtenidos para cada uno de los factores en estudio.

Al realizar la comparación de medias (Cuadro 3) se observa que el tratamiento 3 (conducción a tres tallos) obtuvo la mayor producción, con una media de 6110 gr (6.110 kg) por planta, dando un promedio de  $17.74 \text{ kg/m}^2$ , lo que equivale a 177.74 t/ha; siguiendo el tratamiento 2 (conducción a dos tallos), con una media de 5480 gr (5.480 kg) por planta dando un promedio de  $15.91 \text{ kg/m}^2$ , lo que equivale a 159.100 t/ha, y por último el tratamiento 3 (conducción a un tallo) el cual obtuvo una media de 4266 gr (4.266 kg) por planta dando un promedio de  $12.39 \text{ kg/m}^2$ , y un promedio de 123.900 t/ha.

Cuadro 2. Análisis de varianza de la variable rendimiento de fruto en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	8785056.000000	4392528.000000	5.1027	0.024
ERROR	12	10329920.000000	860826.687500		
TOTAL	14	19114976.000000			

C.V. = 17.55 %

La comparación de medias demostró que los tratamientos 3 y 2 no presentan diferencias significativas entre ellos pero si entre el tratamiento 1. En el cuadro3 se presentan los niveles de significancia de los tratamientos en estudio.

Cuadro 3. Comparación de medias de los tratamientos de la variable rendimiento del fruto con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012

TRATAMIENTO	MEDIA
3 - CONDUCCIÓN A TRES TALLOS	6110.0000 <b>A</b>
2 - CONDUCCIÓN A DOS TALLOS	5480.0000 <b>AB</b>
1 - CONDUCCIÓN A UN TALLO	4266.0000 <b>B</b>

-Medias con la misma letra no difieren estadísticamente  
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La producción obtenida es superior a un 50 % más que la obtenida en un trabajo experimental donde se usaron sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero las mezclas de 37.5 y 50% cubren las necesidades nutricionales del cultivo del tomate, donde obtuvieron alrededor de 100 t ha<sup>-1</sup> esto

sin adicionar fertilizantes. El rendimiento obtenido en promedio de los cuatro mejores tratamientos, vermicomposta tanto con arena al 50% como con perlita al 37.5% y 50% así como la biocomposta más perlita al 37.5%, es de 91.42 t ha<sup>-1</sup>, supera a los rendimientos obtenidos en campo en 9.14 veces sin demeritar la calidad (Márquez, *et. al.* 2004).

## **4.2. Calidad del fruto**

Para que la comercialización del tomate sea exitosa, es necesario conservar la calidad del fruto desde el campo hasta el consumidor. Los consumidores seleccionan por su apariencia, incluyendo el color, la frescura y la firmeza, pero se seleccionan o compran de nuevo un producto (compras repetitivas) en base al sabor y la calidad. El tomate es muy sensible al manejo rudo y a condiciones de almacenamiento inapropiados. Debido a tanto a las bajas y altas temperaturas pueden dañar el fruto, el manejo adecuado de pos cosecha y los métodos apropiados de almacenamiento son esenciales para mantener aceptable la calidad del fruto y prolongar su vida de anaquel (Castellanos, 2009).

### **4.2.1. Diámetro ecuatorial**

Al realizar el análisis de varianza de la variable de calidad en base a diámetro ecuatorial del cultivo del tomate, no se encontró diferencias significativas



para ninguno de los tratamientos. En el Cuadro 4 se muestran los niveles de significancia obtenidos para cada uno de los factores en estudio.

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable calidad en base a diámetro ecuatorial de fruto en la de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	38.062500	19.031250	3.1284	0.080
ERROR	12	73.000000	6.083333		
TOTAL	14	111.062500			

C.V. = 3.76 %

Aun y cuando no se tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, los valores promedio se muestran en el Cuadro 5, se presentan solo con la finalidad de mostrar la información obtenida, aun y con estos datos se observa que el tratamiento 2 (conducción a dos tallos) presento un mayor diámetro ecuatorial con 67.24 mm.

Cuadro 5. Medias de los tratamientos de la variable diámetro ecuatorial del fruto en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

TRATAMIENTO	MEDIA (mm)
1- Conducción a un tallo	65.949997
2- Conducción a un tallo	67.241997
3- Conducción a un tallo	63.408001

Aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, estos resultados reflejan un mayor diámetro ecuatorial promedio para todos los tratamientos, en comparación a los obtenidos en un trabajo experimental en donde se estudiaron varios sustratos comparándolos con el sistema suelo, en el que se obtuvo una media promedio de 56 mm o 5.6 cm de diámetro (Requejo, *et al*, 2003).

En otro trabajo en donde se estudiaron tres variedades de tomate y una mezcla de sustratos (arena más peat moss), se obtuvo una media promedio de 4.12 cm de diámetro todavía más bajo que el de este trabajo (Alaniz, 2009).

#### **4.2.2. Diámetro polar**

Al realizar el análisis de varianza de la variable de calidad en base a diámetro ecuatorial del cultivo del tomate, no se encontró diferencias significativas para ninguno de los tratamientos. En el Cuadro 6 se muestran los niveles de significancia obtenidos para cada uno de los factores en estudio.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable diámetro polar del fruto, en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	71.281250	35.640625	2.6077	0.114
ERROR	12	164.011719	13.667644		
TOTAL	14	235.292969			

C.V. = 7.09 %

Aun y cuando no se tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, los valores promedio se muestran en el Cuadro 7, se presentan solo con la finalidad de mostrar la información obtenida, aun y con estos datos se observa que el tratamiento 1 (conducción a dos tallos) presento un mayor diámetro ecuatorial con 54.57 mm.

Cuadro 7. Medias de los tratamientos de la variable diámetro polar del fruto en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

TRATAMIENTO	MEDIA (mm)
1- Conducción a un tallo	54.576000
2- Conducción a dos tallos	52.531994
3 - Conducción a tres tallos	49.282001

Aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, estos resultados reflejan un mayor diámetro ecuatorial promedio para todos los tratamientos, en comparación a los obtenidos en un trabajo experimental en donde se estudiaron varios sustratos y variedades de tomate en invernadero, en el que se obtuvo una media de 52.56 mm o 5.3 cm de diámetro (Zarate, 2007).

#### **4.3.3. Contenido de sólidos solubles (° Brix)**

El contenido de sólidos totales y sólidos solubles están correlacionados; se utiliza normalmente el contenido de sólidos solubles (° brix) por ser más fácil de determinar (Nuez, 2001). En la mayor parte de las variedades de tomate se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° brix, aunque más que el carácter varietal son los factores agrológicos, los que influyen sobre el contenido de sólidos solubles, especialmente la climatología durante el periodo de maduración y los riegos pueden variar la concentración de sólidos solubles para frutos de una misma variedad entre 4 y 7 °brix. El contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate (Pérez, 2010).

Al realizar el análisis de varianza de la variable de calidad en base al contenido de sólidos solubles del cultivo del tomate, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. En el Cuadro 8 se presentan los niveles de significancia para cada uno de los factores en estudio.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable calidad de fruto en base a sólidos solubles (°Brix), en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.266846	0.133423	1.1355	0.354
ERROR	12	1.410034	0.117503		
TOTAL	14	1.676880			

C.V. = 6.44 %

Aun y cuando no se tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, los valores promedio se muestran en el Cuadro 9, se presentan solo con la finalidad de mostrar la información obtenida, aun y con estos datos se observa que el tratamiento 3 (conducción a tres tallos) presento un mayor contenido de solidos solubles con 5.47 %.

Cuadro 9. Medias de los tratamientos de la variable calidad de fruto en base a sólidos solubles (° Brix), en la producción de tomate con diferente conducción de tallos en invernadero. ITR. 2012.

TRATAMIENTO	MEDIA (%)
1- Conducción a un tallo	5.152000
2- Conducción a dos tallos	5.334000
3- Conducción a tres tallos	5.478000

Aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, estos resultados reflejan un porcentaje relativamente mayor en la concentración de sólidos solubles (°brix) en promedio para todos los tratamientos, en comparación a los obtenidos en un trabajo experimental en donde se utilizaron diferentes sustratos, orgánicos naturales (arena y composta) en el cultivo del tomate, en el que se obtuvo una media de 5.0 %, y que además de los datos obtenidos menciona que de acuerdo a la literatura se encuentra dentro de los rangos aceptables ya son de 4 °brix hacia arriba (Santana, 2006).

También concuerda con la información descrita en el apartado de resultados de este trabajo en el subtema de sólidos solubles, que menciona el autor que la mayoría de las variedades de tomate se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° brix.

## V. CONCLUSIONES

Para la variable rendimiento de fruto, el tratamiento que obtuvo la mayor producción con un valor de 6.110 kg/planta, el cual equivale a 17.74 kg/m<sup>2</sup> y 177.4 ton/ha., fue el 3 (conducción a tres tallos) a diferencia del tratamiento 2 (conducción a dos tallos) con un producción de 5.480 kg/planta, el cual equivale a 15.91 kg/m<sup>2</sup> y 159.1 ton/ha., y el tratamiento 1 (conducción a un tallo) que tuvo una producción de 4.266 kg/planta, el cual equivale a 12.39 kg/m<sup>2</sup> y 123.9 ton/ha.

Es importante resaltar que efectivamente se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento 3 (conducción a tres tallos), esto sin perder de vista que los otros tratamientos tuvieron, relativamente mejor calidad en cuanto a las variables de calidad, sobre todo de diámetro ecuatorial y diámetro polar.

En cuanto a las variables de calidad: diámetro ecuatorial, diámetro polar y contenido de sólidos solubles (°brix), no hubo efecto significativo entre los tratamientos, esto se debe a que se trabajó bajo un sistema de producción intensiva, por lo tanto las condiciones de manejo de todos los factores y aspectos, tanto ambientales, como nutricionales y agronómicos que intervienen en dicha producción son las mismas.

La producción obtenida está por encima de la producción obtenida en la región lagunera en el norte del país.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaniz, M., A. 2009. Productividad de tres variedades de tomate bajo condiciones de Casa Sombra y Fertirriego. Tesis de Maestría en Ciencias en Irrigación. Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coach. México. p. 30.
- Baldomero, H. Zarate. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) hidropónico con sustratos, bajo invernadero. Artículo de Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México. [http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/779/1/TESIS\\_MAESTRIA\\_BALDOMERO.pdf](http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/779/1/TESIS_MAESTRIA_BALDOMERO.pdf). Consultados el 19 de agosto de 2012.
- Cadahia, C. 2000. Fertirrigación, cultivos hortícolas. 2ª edición. Ed. Mundi-prensa. España. Pp: 289,290.
- Castellanos, R. J. Z. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Intagri S. C. México. pp: 409.
- Espinosa, Z. C. 2004. Producción de tomate en invernadero. [http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/03Prod\\_tomate\\_invernadero.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/03Prod_tomate_invernadero.pdf). Consultado el 11 de julio de 2012.
- Favela, C. *et al*, 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. [http://www.nutricaodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp\\_jaboticabal/Manual\\_Soln\\_Nutritivas.pdf](http://www.nutricaodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Manual_Soln_Nutritivas.pdf). Consultado 19 de enero de 2013.
- Márquez, H. C. *et al*. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. Artículo de Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 1. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro –Unidad Laguna. Torreón Coach. México.



- <http://scielo.unam.mx/pdf/agritm/v34n1/v34n1a8.pdf> . Consultado el 19 de agosto de 2012.
- Matallana, A. G. 1993. Invernaderos, Diseño, Construcción y Ambientación. 1ª edición. Ed. Mundi-Prensa. España. Pp: 17.
- Mendoza, E. M. et al. 2002. TASA DE INFECCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL TALLO EN MAÍZ CAUSADA POR *Fusarium moniliforme*. [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v17n01\\_019.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n01_019.pdf).
- Nuez, F. 2001. El cultivo del Tomate. 1ª Edición. Editorial Mundi – Prensa. España. pp: 32,33.
- Nuño, M. R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali, baja California. <http://www.sfa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf> . Consultado el 02 de julio de 2011.
- Olivares, S., E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L.
- Pérez, M. D. 2010. Producción de tomate con diferentes frecuencias de riego y sustratos en invernadero con malla sombra y fertirrigación. Tesis de Maestría en Ciencias en Irrigación. Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coah. México. p. 6-9, 41.
- R. Uresti Pesina, et al. 2008. Cultivo de tomate cherry en sistema hidropónico. <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%202%20Numero%203/2-3%20%20tomate-int.htm>. Consultado el 11 de agosto de 2012.
- Requejo, L. R. et al. 2003 Producción y calidad de tomate bajo el sistema de cultivo sin suelo. Artículo experimental. PDF. [http://www.calidad.com.mx/docs/art\\_40\\_26.pdf](http://www.calidad.com.mx/docs/art_40_26.pdf) Consultado el 19 de agosto de 2012.

Santana, L., A. 2006. Producción de tomate en arena-composta y diferentes concentraciones de solución nutritiva. Tesis de Maestría en Ciencias en Irrigación. Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coah. México. pp: 37.