

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS  
DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN FIBRA  
DE COCO Y SUELO**

P O R:

**BENJAMÍN LÓPEZ LÓPEZ**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Torreón, Coahuila México

Diciembre del 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

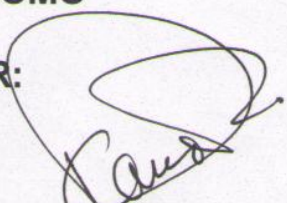
**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE  
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN FIBRA DE COCO Y  
SUELO**

TESIS DE C. BENJAMÍN LÓPEZ LÓPEZ QUE SE SOMETE A  
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALEJANDRO MORENO  
RESÉNDEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

  
\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DE C. BENJAMÍN LÓPEZ LÓPEZ QUE SE SOMETE A  
CONSIDERACION DEL H JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL ARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO MORENO  
RESENDEZ**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2011**

**AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis representa un paso más en mi vida. Valorando a cada uno de ellos que estuvieron cerca de mí y se hicieron grandes amigos formando parte de mi familia en todo el trayecto de este ciclo.

Quien se merece primero el agradecimiento es Dios quien me ha permitido llegar hasta donde estoy, con muchas pruebas en mi vida que me han hecho mejor en este trayecto largo, pero que aun va empezando.

A mi “**Alma Terra Mater**”, por la oportunidad que me brindo para formarme como un profesionista en esta Universidad.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo en el presente proyecto, y ser uno de sus pupilos como también por su apoyo incondicional y amistad. Admirando su personalidad y lo que trasmite hacia los demás.

A mis amigos de generación: Jovan, Felipe (negro), Julio cesar (Jarocho), Mercedes formaron parte de mi familia en la Universidad, compartiendo con ellos momentos inolvidables dentro y fuera, por su apoyo en todo momento que los necesite desde lo más fácil hasta lo más difícil.

A cada uno de mis maestros que formaron parte de mi educación y me dejaron las mejores enseñanzas durante este ciclo de mi vida.

**DEDICATORIAS**

A mis padres,

Elsa Maricela López Montoya porque es la que me dio la vida, la persona que me abrió las puertas para que yo eligiera mi camino. Porque aparte de ser mi madre, es mi amiga, la persona en la quién más confió. La que me vio caer y con su voz, con sus consejos con sus palabras levantarme para seguir adelante. La que me enseñó que la vida no es fácil pero que todo tiene solución. Puedo decir un millón de cosas y jamás acabar pero por todo eso. **Gracias madre.**

Miguel López Barrera porque nunca se separo de mi lado, por ser la persona que me explico que no todo en la vida es tener fácil las cosas, que toda acción conlleva una responsabilidad y que solo se logra con trabajo y mucho esfuerzo. Por su apoyo en las cosas que he decido, que al principio no fueron entendidas e hice lo contrario aun así no dejo de ver por mí. Porque confió y le pido consejos de las opciones que puedo tomar, que él con su experiencia, yo pueda elegir la mejor de ellas. **Gracias papa.**

A toda mi familia desde la cabeza Ma. Teresa Montoya hasta el mas pequeño de sus bisnietos, sin excepciones porque todos forman parte de mi vida.

A una persona especial que formo parte de mi vida los últimos dos años, que sin su apoyo yo no hubiera mejorado en esta ciudad, ni en la universidad, convirtiéndose en mi mejor amiga más que mi novia. **Anel Cristina Reyes Díaz muchas gracias.**

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Y por último a la persona que más se la quiero dedicar es a mi tío **BALDOMERO LÓPEZ MONTOYA 1963 - 2007** que donde quiera que este, me este cuidando y me este viendo con un triunfo más en mi vida, que si fuera fácil cambiaría mis 4 años de carrera porque siguieras con nosotros. Que se lo dedico con todo el corazón y que jamás voy a olvidar como me decías: **LOCO BENJA**.

**¡GRACIAS!**

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**INDICE DE CONTENIDO**

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iv
<b>DEDICATORIAS</b>	v
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	X
<b>ÍNDICE DE APENDICE</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Metas	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	3
2.1. Generalidades del Tomate	3
2.1.1 Origen del tomate	3
2.2. Clasificación taxonómica	3
2.3. Morfología	4
2.3.1 Determinadas	4
2.3.2 Indeterminadas	4
2.3.3 Semillas	5
2.3.4 Raíz	6
2.3.5 Tallo	7
2.3.6 Hoja	8
2.3.7 Flor	9
2.3.8 Fruto	10
2.3.8.1 Amarre del fruto	10
2.3.8.2 Desarrollo del fruto	11
2.3.8.3 Velocidad de crecimiento inicial	12
2.3.9 Contenido nutricional	12
2.4 Generalidades del invernadero	13
2.4.1 Invernadero	13

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

2.5 Generalidades de la casa sombra	14
2.5.1 Casa sombra	14
2.6 Exigencias del clima	14
2.6.1 Temperatura	14
2.6.2 Humedad relativa	16
2.6.3 Luminosidad	18
2.6.4 Radiación en invernadero	18
2.6.5 Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire	20
2.7 Injerto	20
2.7.1 Tipos de injerto utilizados	21
2.7.2 Proceso de unión	22
2.7.3 Propósito del injerto	22
2.7.3.1 Tolerancia a enfermedades	22
2.7.3.2 Incremento en el rendimiento del cultivo	23
2.7.3.3 Efectos del injerto sobre el calibre del fruto	24
2.7.3.4 Exceso de vigor	24
2.7.3.5 Efectos de la absorción de nutrimentos	24
2.7.4 El uso del injerto en México	25
2.8 Sustratos	25
2.8.1 Tipos de sustratos	27
2.8.1.1 Fibra de Coco	27
2.9 Soluciones nutritivas	29
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>31</b>
3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera	31
3.2. Localización del experimento	31
3.3. Tipo y condiciones de la casa sombra	31
3.4. Híbridos y portainjerto	32
3.4.1 Rafaello	32
3.4.2 Donatello	32
3.4.3 Vengador	32



## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

3.4.4 DRK-2189	32
3.5 Sustrato	33
3.6 Cosecha	33
3.7. Fertilización	34
3.8 Diseño experimental	35
3.9 Variables evaluadas	35
3.10. Análisis estadístico	35
<b>IV RESULTADOS Y DISCUCIONES</b>	<b>37</b>
4.1 Fruto chico	37
4.2 Fruto mediano	37
4.3 Fruto grande	38
4.4 Fruto extra grande	38
4.5 Rendimiento 5to	38
4.6 Rendimiento 10mo	38
4.7 Rendimiento 15vo	39
4.8 Rendimiento Total	39
4.9 Altura de planta	39
4.10 Diámetro de tallo	39
4.11 Longitud de hoja	40
4.12 Calidad de fruto	40
4.12.1. Diámetro polar	40
4.12.2. Diámetro ecuatorial	40
<b>V CONCLUSION</b>	<b>41</b>
<b>VI LITERATURA CITADA</b>	<b>42</b>

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	
<b>Cuadro 2.1</b>	Influencia de la temperatura sobre el tiempo a emergencia	6
<b>Cuadro 2.2</b>	Composición nutricional del tomate. USDA (2000). CELALA, 2003.	12
<b>Cuadro 2.3</b>	Rendimiento experimental de tomate de invernadero en función del portainjerto usado.	23
<b>Cuadro 3.1.</b>	Extracción nutrimental unitaria y total por el cultivo de tomate, para un rendimiento de 30 kg/m <sup>2</sup> y dosis de fertilización sugerida para dos etapas de desarrollo. UAAAN.UL.2011.	34
<b>Cuadro 3.2.</b>	Consumo neto y aportaciones de nutrimentos para un rendimiento de tomate de invernadero de 3.4 kg/m <sup>2</sup> en suelo y 31.1 kg/m <sup>2</sup> en sustrato, durante un ciclo de 255 días, en dos sistemas de producción. UAAAN.UL.2011.	35
<b>Cuadro 4.1</b>	Numero de fruto chico en los híbridos RAFAELLO, DONATELLO, VENGADOR y DRK-2189 con el portainjerto VIGOSTAR12 de tomate, en fibra de coco y suelo de los híbridos estudiados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.	37

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

### INDICE DE APENDICE

	<b>Descripción</b>	
Cuadro 1A.	Análisis de varianza para variable numero de fruto chico en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.	51
Cuadro 2A.	Análisis de varianza para variable numero de fruto mediano en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011	51
Cuadro 3A.	Análisis de varianza para variable numero de fruto grande en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011	51
Cuadro 4A	Análisis de varianza para variable numero de fruto extragrande en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011	52
Cuadro 5A	Análisis de varianza para variable rendimiento al 5to corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.	52
Cuadro 6A	Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 10vo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.	52
Cuadro 7A	Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 15vo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.	53
Cuadro 8A	Análisis de varianza para variable de rendimiento total en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.	53
Cuadro 9A	Análisis de varianza para variable de fruto Longitud de tallo en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.	53
Cuadro 10A	Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo chico en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.	54
Cuadro 11A	Análisis de varianza para variable longitud de hoja en suelo y sustrato de	54



**RESUMEN**

La producción de tomate en casa sombra con riego por goteo, en suelo y fibra de coco permite que las plantas desarrollen un mejor rendimiento. Durante Julio y Noviembre del 2010 se estableció un experimento de tomate con el objetivo de seleccionar que híbridos en el portainjerto VIGOSTAR12 daba mejores rendimientos tanto en suelo como en fibra de coco.

La plantación se realizó entre planta y planta 40 cm, y teniendo así 1.80 cm entre surco y surco, los híbridos evaluados fueron: RAFAELLO, DONATELLO, VENGADOR y DRK-2189 tanto en suelo como en fibra de coco, en el periodo de Julio-Noviembre del 2010 en la empresa VIGO. La siembra se llevó a cabo en abril mientras que el trasplante en mayo. El diseño experimental fue un diseño aumentado con bloques al azar con arreglo factorial de 2 x 2. Se obtuvieron rendimientos de 65.15 toneladas por hectárea. Para las variables de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, diámetro polar y ecuatorial del fruto no se encontró diferencia significativa. Presentando únicamente en la variable número de fruto chico una diferencia significativa.

**Palabras clave:** Portainjerto, Híbrido, Sustrato, Rendimiento y Calidad.

## I. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las especies hortícolas más importantes para el consumo humano, y genera cuantiosos ingresos, empleos y un alto valor nutritivo para la dieta. El tomate es la hortaliza que ocupa la mayor superficie sembrada en todo el mundo, con alrededor de 3, 593, 490 ha con una producción de 53,857,000 ton. En México se siembran alrededor de 80,000 ha con un rendimiento promedio de 28.7 ton/ha., por lo que es la segunda hortaliza más importante por la superficie sembrada que ocupa, la más trascendente por su volumen en el mercado nacional y la primera por su valor de producción. Además su cultivo requiere de una gran cantidad de mano de obra remunerando en beneficio social. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, su fruto se consume tanto en fresco procesado y es una fuente muy rica en vitaminas. A pesar de cultivarse en 27 estados de México, solo en cinco entidades: Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Jalisco y Nayarit se concentra en promedio el 74.2% de la producción, aunque Sinaloa es el principal productor, tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación (SAGARPA, 2000).

La producción mundial de tomate basada en las estadísticas anuales de producción de la FAO indican que entre Canadá, Estados Unidos, México, Brasil, Chile, Argentina, España, Italia, Holanda e Israel, en 1980 y 1990, se cultivaron 2.4 y 2.8 millones de hectáreas con un volumen de producción de 52.6 y 76.0 millones de toneladas, respectivamente. Estos mismos países, cultivan bajo invernadero más de 20

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

mil hectáreas con una producción anual de cinco millones de toneladas de tomate, que significa un 6% del volumen mundial (Biringas, 1999).

La superficie empleada para cultivos en invernadero en México asciende a 4900 ha y presenta una tasa de crecimiento anual del 25%; de esta superficie, 3450 ha se destinan a la producción de tomate (Fonseca, 2006). Los sistemas de producción varían en cuanto a variedades, sustratos de crecimiento, dosis de nutrimentos, manejo integrado de plagas y enfermedades, entre otros factores.

### **1.1 Objetivos**

Por consiguiente los objetivos del presente trabajo es evaluar 4 híbridos de tomate con el portainjerto VIGOSTAR 12 bajo condiciones de casa sombra, tanto en suelo como fibra de coco, con la finalidad de seleccionar los híbridos con más altos rendimientos.

### **1.2 Hipótesis**

Evaluar los híbridos de tomate con el portainjerto, y ver cual es superior en rendimiento bajo condiciones de suelo y fibra de coco.

### **1.3 Metas**

Mediante el trabajo presentado, lograr que la información obtenida acerca de los 4 diferentes híbridos de tomate con el portainjerto VIGOSTAR12, sirva como una guía para recomendaciones de investigación en cuanto a su rendimiento en suelo y fibra de coco bajo condiciones de casa sombra.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del Tomate

**2.1.1 Origen del tomate.** El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. También en esta zona muestra *L. esculentum* su mayor variación. Algunos puntos importantes acerca de su origen son los siguientes: El tomate tuvo su origen en el Nuevo Mundo. No era conocido en Europa ni en el resto del Viejo Mundo antes del descubrimiento de América; el tomate había alcanzando una fase avanzada de domesticación antes de la llegada a Europa y Asia. Había ya una variedad de tipos caracterizados por la forma, tamaño y color de los frutos.

También hay motivos para creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México, pues, a la llegada de los españoles a América el tomate está integrado en la cultura Azteca o en la de otros pueblos del área mesoamericana, así también el nombre moderno del tomate tiene su origen en el de tomatl, en la lengua náhuatl de México (Namesny, 2004).

### 2.2 Clasificación taxonómica y morfología

De acuerdo a Pérez (2001) la clasificación taxonómica del tomate es de la siguiente manera:

Nombre común: Tomate o Jitomate

Reino: Vegetal

División: Espermatofita



## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanaceae

Familia: Solanácea

Subfamilia: Solanoideae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

### 2.3 Morfología

Las plantas de tomate en invernadero requieren de un manejo intensivo. Las decisiones a tomar se relacionan con la fenología y la respuesta fisiológica a las variables ambientales.

**2.3.1 Determinadas.** Las plantas determinadas es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la información de inflorescencias en el extremo del ápice. (Van Haeff, 1983)

**2.3.2 Indeterminadas.** La planta de tipo indeterminada crece hasta alturas de 2 metros, o más, según en el entutorado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de planta tiene tallos

axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan alguno (Van Haeff, 1983).

### **2.3.3 Semilla**

La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximada de 5 x 4 x 2mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable.

La aplicación exógena de reguladores del crecimiento, principalmente giberelinas y auxinas, estimula la germinación. Las raíces blancas indican buena sanidad y crecimiento, además de que la planta está en condiciones óptimas para el trasplante. La germinación también es sensible al pH, las turbas no tratadas presentan valores de pH muy ácidos que afectan la germinación de la semilla.

De acuerdo a (Bewley y Black, 1982), en la germinación puede distinguirse tres etapas a) Rápida absorción de agua por la semilla, que dura aproximadamente 12h; b) Periodo de reposo, que dura unas 35-40 h, durante la cual no se observa ningún cambio en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla; c) Etapa de crecimiento , en la que la semilla comienza a absorber el agua de nuevo y se inicia el crecimiento y la emergencia de la radícula. Por el micrópilo ingresa el agua para la germinación.

El proceso de germinación está muy influenciado por la temperatura; el rango optimo se encuentra entre 18 y 29.5°C, la temperatura mínima está entre 8 y 11°C

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

(Picken et al., 1986) y la máxima es de 35°C (Jones, 1999). Sin embargo, estos valores pueden cambiar considerablemente de acuerdo a la variedad de tomate (Kemp, 1968).

**Cuadro 2.1.** Influencia de la temperatura sobre el tiempo a emergencia (Jones, 1999)

Influencia de la temperatura sobre el tiempo a emergencia (Jones, 1999)	Temperatura de sustrato	10	15	20	25	30	35
	Días de emergencia	43	14	8	6	6	9

### 2.3.4 Raíz

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto 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, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m 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 del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1990).

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas. En las plantas adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50 m. Así pues, el tomate desarrolla un sistema radical extenso (Edmond y Andrews, 1984).

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Chamorro, 2001).

### **2.3.5 Tallo**

Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Chamorro, 2001).

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

rastrero, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Valadez, 1990).

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente hasta que se detiene el desarrollo vegetativo, por tal motivo cuando el cultivo se establece bajo condiciones de invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante podas. El cuello del tallo tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo o con la arena, característica muy importante y que se aprovecha en las operaciones culturales de laboreo, aporcado y el rehundimiento de los cultivos enarenados e hidropónicos (Serrano, 1979).

La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos de plantas que son: determinado e indeterminado (Garza, 1985).

### **2.3.6 Hoja**

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 folíolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parénquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es

rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Chamorro, 2001).

### 2.3.7 Flor

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. La inflorescencia se forma a partir del 6° ó 7° nudo en plantas de hábito determinado y posteriormente los racimos florales nacen cada 1 ó 2 hojas, en las plantas de hábito indeterminado la primera inflorescencia aparece a partir del 7° ó 10° nudo y después cada 3 a 4 van apareciendo las inflorescencias (Valadéz, 1990).

La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, 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. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. (Chamorro, 2001)

### **2.3.8 Fruto**

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y el sabor agrídulce (Tiscornia, 1989).

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamorro, 2001).

**2.3.8.1 Amarre de fruto.** Esta etapa crítica también es muy afectada por factores ambientales. Aun cuando la polinización es facilitada por la estructura floral, usualmente se requiere del movimiento del racimo mediante la vibración que hace el abejorro, por viento, por actividades culturales o por otros medios artificiales. Esta actividad es particularmente crítica en invierno y durante largos periodos húmedos y nublados ya que el polen tiende a estar pegajoso y a agregarse. La ausencia del movimiento de la flor genera una mala polinización. Otra causa de una mala o nula polinización es crecimiento del estigma más allá del cono de las anteras. La longitud del estilo está determinada genéticamente y se incrementa con la baja luminosidad, alta temperatura, alta disponibilidad de nitrógeno y tratamientos con giberelinas. A temperaturas entre 18

y 25°C, los granos de polen son viables durante 2 a 5 días después de la antesis. Las flores abren en la mañana y el estigma esta receptivo durante el transcurso de los 6 días después de la antesis. Las temperaturas extremas, por encima de los 37.5°C o por debajo de 5°C, limitan la germinación de los granos de polen e inhiben el crecimiento del tubo polínico. La receptividad del estigma es dañada por altas temperaturas, y un periodo de 4 horas a 40°C entre las 24 y las 96 horas después de la polinización, causan degradación del endospermo y daños al pro-embrión (Castellanos, 2009).

Los ovarios fecundados pueden dejar de hincharse rápidamente debido a la baja radiación, alta temperatura o la interacción entre estos factores. El número de frutos por racimo está relacionado positivamente con la radiación solar, sobre todo, a partir de la antesis inicial. Una baja luminosidad durante las dos semanas siguientes a la antesis de la primera flor de la inflorescencia, impide el crecimiento de los frutos; los cuales se mantienen en la estructura reproductiva, pero un mes después de la antesis pueden seguir con un diámetro menor a 25mm (Castellanos, 2009).

**2.3.8.2 Desarrollo del fruto.** El crecimiento del fruto dividirse en tres periodos: 1) Crecimiento lento, que dura de 2 a 3 semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al 10% del peso final; 2) Crecimiento rápido, dura de 3 a 5 semanas y se prolonga hasta el inicio de la maduración (hacia la mitad de este periodo, unos 20 a 25 días después de la antesis, la velocidad de crecimiento es máxima y, al final del mismo, el fruto ha alcanzado prácticamente su máximo desarrollo); 3) Crecimiento lento, que dura unas dos semanas, en el que el aumento en el peso del fruto es pequeño pero se producen los cambios metabólicos característicos de la maduración. La importación de asimilados por el fruto termina unos 10 días después del inicio del cambio de color, ya



avanzado el proceso de maduración. El número de semillas varía, típicamente entre 50 y 200; cantidad que está estrechamente correlacionada con el tamaño final del fruto (a mayor número de semillas mayor tamaño del fruto). Otros parámetros relacionados con el tamaño del tomate son: el número de lóculos, la posición del fruto en el racimo (entre más cercano al tallo es mayor el tamaño), el número de frutos por racimo (a menor número de frutos, mayor será el tamaño del fruto), la etapa de desarrollo de la planta (frutos más grandes en las etapas iniciales), la posición del racimo en la planta (los primeros racimos tendrán frutos más grandes) y la actividad fotosintética (Castellanos, 2009).

**2.3.8.3 Velocidad de crecimiento inicial.** El tiempo aproximado desde el trasplante hasta la madurez comercial del primer racimo de frutos depende principalmente de la precocidad de la variedad y del clima. Con temperaturas muy cálidas tiene duración aproximada de 60 días, y con temperaturas frescas llega a durar hasta 95 días. Para las condiciones de México este rango se mueve alrededor de 70 días para las plantaciones de primavera en zonas cálidas y 90 días para variedades tardías y plantaciones de otoño (Castellanos, 2009).

### 2.3.9 Contenido Nutricional

**Cuadro 2.2.** Se puede apreciar la composición nutricional del fruto de tomate. Composición nutricional del tomate. USDA (2000). CELALA, 2003

En 48 gr de parte comestible	Contenido
Calorías	35
Proteínas	1gr
Grasa total	5gr
Carbohidratos totales	7gr
Fibra dietética	1gr
Cenizas	0.6

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Calcio	13gr
Fósforo	27mg
Hierro	40mg
El pH del jugo.	4.0-4.5
Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700IU
Ácido Ascórbico (vitamina C)	20.0

### 2.4 Generalidades del Invernadero

**2.4.1 Invernadero.** Hay varias definiciones de invernadero, pero desde el punto de vista de proyecto y construcción, de acuerdo a la norma de la Unión Europea: UNE-EN-13031-1, “el invernadero es una estructura usada para el cultivo y/o protección de plantas y cosechas, el cual optimiza la transmisión de radiación solar bajo condiciones controladas, para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior”.

Los invernaderos bien diseñados ofrecen control sobre (Sánchez, 2008<sup>a</sup>):

1. Heladas y bajas temperaturas (subóptimas)
2. Insolación y altas temperaturas
3. Velocidad del viento
4. Varias especies de plagas
5. Excesos de humedad en el suelo
6. Enfermedades y daños causados por estas condiciones
7. Los insectos vectores de enfermedades
8. Daños mecánicos por viento y granizo
9. Déficit y excesos de humedad relativa
10. Manejo de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

11. Cantidad, calidad, difusión y duración de la luz.

## **2.5 Generalidades de la Casa sombra**

**2.5.1 Casa sombra.** De acuerdo con la norma mexicana NMX-E-255-CNCP-2008 sobre especificaciones para el diseño y construcción de invernaderos, una casa sombra es una estructura metálica cubierta con malla plástica, que permite la entrada del agua de lluvia al interior, empleada para el cultivo y/o protección de plantas, de los insectos, plagas y granizo, la cual optimiza la transmisión de radiación solar y algunas condiciones climatológicas para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior. El uso de casa sombra en lugar de un invernadero tiene pros y contras. Las principales desventajas son el menor control sobre la humedad, frío y entrada de polvo. Por otro lado, requiere de una menor inversión y tiene buena ventilación natural. La lluvia es el peor enemigo de las casas sombra, debido a los daños fitopatológicos que se generan (Castellanos, 2009).

## **2.6 Exigencias del clima**

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Según Castilla (2001) y Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes

### **2.6.1 Temperatura**

Los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos.

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Sade (1998) indica el rango de temperaturas para el desarrollo de tomate:

Temperatura mínima letal: 0 - 2 °C.

Temperatura mínima biológica: 8 - 18 °C.

Temperatura óptima durante la noche: 13 - 16 °C.

Temperatura óptima durante el día: 22 - 26 °C.

Temperatura máxima biológica: 26 - 30 °C.

Temperatura mínima para germinación: 9 - 10 °C.

Temperatura máxima para germinación: 20 - 30 °C.

Las temperaturas asociadas con la falta de humedad, determinan los siguientes fenómenos: Se intensifica la transpiración, perdiendo la planta su turgencia; Comienza por marchitarse el ápice de crecimiento y las hojas jóvenes; Los frutos de las plantas maduran de forma anormal y forzada, sin alcanzar la forma, color, tamaño, peso, etc., convenientes, y disminuye la producción.

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas (Sade, 1998; [http://www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp), 2001).

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14 °C el crecimiento se inhibe y entre 18 °C y 12 °C la absorción de fósforo disminuye en un 50%. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 2001).

### **2.6.2 Humedad relativa**

La humedad relativa es una variable del ambiente muy difícil de manejar ya que: varía rápidamente en interacción con numerosos factores, su medición es delicada, casi siempre es aproximada y no se conoce completamente su relación con el desarrollo de las especies vegetales. La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión a saturación de la misma masa de aire, y se expresa en porcentaje, se mide con los siguientes aparatos: hidrómetros e hidrógrafos (Francescangeli, 1998).

Burgueño (2001) menciona que cuando la humedad relativa esta en exceso hay menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, se aumentan las enfermedades y existe una condensación de humedad provocando el goteo y cuando es deficiente la humedad, existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas, deficiente fecundación y caída de flores. Menciona que la humedad óptima ambiental para el cultivo de tomate es de 50% con una mínima de 40% y una máxima de 60%.

Los efectos de la humedad relativa del aire en el invernadero sobre el desarrollo del tomate son los siguientes:

- En el crecimiento vegetativo

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

La evapotranspiración de las plantas participa en la transferencia de los elementos nutritivos absorbidos por las raíces, regula la temperatura de las hojas, frutos, etc, y controla parcialmente su crecimiento.

La intensidad de la evapotranspiración depende de las diferencias de presión de vapor entre la atmósfera de las cámaras subestomáticas de los tejidos vegetales y el aire.

Una humedad relativa muy alta significa un déficit de presión de vapor muy bajo, por lo tanto los intercambios gaseosos son reducidos, pudiéndose producir accidentes fisiológicos como la podredumbre apical del tomate.

Una humedad relativa baja provoca el cierre de los estomas y debido al cese del intercambio gaseoso, se reduce la fotosíntesis. La planta deja de transpirar, no regula su temperatura y no participa del estado higrométrico de la atmósfera.

- En la floración y fructificación

El exceso de humedad relativa puede producir caída de flores y compromete la dehiscencia de las anteras en la mayoría de las especies vegetales.

La humedad relativa óptima para un buen desarrollo del tomate en condiciones de invernadero oscila entre un 60 y un 80%, humedades relativas muy altas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o

riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro 2002).

### **2.6.3 Luminosidad**

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO<sub>2</sub>, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios (Infoagro, 2004).

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate es una hortaliza exigente en luz. Lo es durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en la etapa vegetativa y de floración. La luz interactúa fuertemente con la temperatura y es así que para niveles bajos de luz, las temperaturas óptimas que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para niveles altos de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

### **2.6.4 Radiación en invernadero**

Bouzo y Garinglio (2002) mencionan que la intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos.

La radiación solar en parte es absorbida por el suelo y la planta dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisibilidad varía a lo largo del año, al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (López et al., 1996).

La radiación en el cultivo del tomate; Horward (1995) señaló, que el tomate es insensible al fotoperiodo. Una iluminación limitada puede inducir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo. La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cockshull, 1988; Kinet 1977).

Valores de radiación total diaria en torno a 0.85 MJ/m<sup>2</sup> son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor periodo de tiempo que iluminaciones más débiles en durante más tiempo. (Aung, 1976)



#### **2.6.4 Contenido del CO<sub>2</sub> en el aire.**

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, a si que las plantas en invernaderos requieren más de CO<sub>2</sub>; de manera que a medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO<sub>2</sub>. Al recibir el CO<sub>2</sub> en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO<sub>2</sub> en el uso invernadero va de 800 a 1000 ppm en el ambiente (Samperio, 1999).

El CO<sub>2</sub> es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentador. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO<sub>2</sub> y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup> ó 27 Kg. de CO<sub>2</sub> para una hora de fotosíntesis a 350 w/m<sup>2</sup>, sin ventilación. Se deben inyectar de 70 a 100 Kg. de CO<sub>2</sub> por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

#### **2.7 Injerto**

El injerto en plantas es la unión de una porción de tejido vegetal viviente de dos plantas distintas para que se desarrollen como una sola planta (Hartmann *et al.*, 2002). En el ámbito comercial las especies hortícolas que se injertan son: melón, pepino, sandía, berenjena, tomate y pimiento (Lee, 1994; Hartmann *et al.*, 2002; Lee y Oda, 2003). En hortalizas el propósito es reducir la infección causada por hongos y nematodos del suelo (Hartmann *et al.*, 2002, Lee, 2003; Bletsos *et al.*, 2003), pero a medida que se ha venido incrementando el uso de cultivos hortícolas injertados en el

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

mundo, los objetivos a cumplir se han ido ampliando, entre ellos se citan: tolerancia a estrés por temperaturas (Ahn *et al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2003<sup>a</sup>), tolerancia a salinidad (Santa-Cruz *et al.*, 2001) y tolerancia a condiciones de sequía del suelo (Lee y Oda 2003). Adicionalmente se busca incrementar el vigor de la planta y aumentar el rendimiento (Chung *et al.*, 1997), conseguir una mayor absorción de nutrimentos y contenido mineral en la parte aérea (Ruiz *et al.*, 1997; Godoy *et al.*, 2009) y reducir el uso de plaguicidas (Lee 1994, Lee y Oda, 2003). El injerto simplifica y acorta los programas de mejoramiento genético (Oda, 1999).

El injerto en hortalizas se inicio en Corea y Japón alrededor de 1920, injertando sandía sobre porta injertos o patrones de calabaza (Lee, 2003). En Europa, los horticultores holandeses practican esta técnica desde 1947 (Miguel, 1997).

### **2.7.1 Tipos de injertos utilizados en tomate**

Algunos tipos de injertos utilizados en plántulas de hortalizas son: ingles compuesto, ingles simple, aproximación y hendidura. Los dos últimos son los más comunes en plántulas de tomate.

#### Injerto de aproximación

En este tipo de injerto las plántulas deben ser de la misma edad y/o del mismo grosor del tallo, para facilitar la acción fisiológica del injerto. Consiste en realizar un corte de una sección longitudinal del tallo patrón y del tallo del injerto; estas dos secciones se unen y se sujetan con una pinza para injerto de plántulas de hortalizas (Hernández, 2005).

## **2.7.2 Proceso de unión**

Para que el injerto tenga éxito debe haber una coincidencia de los tejidos próximos a la capa del *cambium* que produce un borde, producto de la cicatrización llamado callo (Hartmann *et al.*, 2002).

Se pone en contacto con los tejidos del porta injerto y de la variedad, de manera que las regiones del *cambium* coincidan y se mantengan estrechamente unidas mediante una pinza de silicón hasta lograr la cicatrización. Debe mantenerse unas condiciones de moderada temperatura, alta humedad relativa y baja radiación, que estimulen el prendimiento en las células recién puestas en contacto y de las circundantes (Lee, 1994; Oda, 1999). La conexión vascular en injertos compatibles se realiza en tres fases: 1) cohesión del patrón y la variedad, 2) proliferación del callo en la unión y 3) diferenciación y conexión vascular (Moore y Walter 1981; Jeffrey y Yeoman 1982)

El tomate y la berenjena son compatibles con una gama amplia de géneros y especies, mientras que el pimiento solo puede injertarse sobre plantas de su misma especie (Camacho y Rodríguez, 2009; Miguel, 1997).

## **2.7.3 Propósitos del injerto**

### **2.7.3.1 Tolerancia a enfermedades**

En los cultivos hortícolas, el principal objetivo del injerto es obtener resistencia a enfermedades producidas por hongos en el suelo. La variedad sensible a cultivar se injerta sobre una planta resistente a la enfermedad que se desea prevenir (Hartmann *et*

*al.*, 2002). Se ha aceptado que el sistema radical sintetiza sustancias tolerantes al ataque de patógenos y estas se transportan a la parte aérea, a través del xilema (Biles *et al.*, 1989; Lee, 1994). Se admite que las características de susceptibilidad de la variedad sensible a la enfermedad no son trasladados al portainjerto (Oda, 1999). El porta injerto es el responsable de la tolerancia al patógeno en cuestión (Lee, 1994).

### 2.7.3.2 Incremento en el rendimiento del cultivo

Dieleman y Heuvelink (2005) mencionan un incremento en rendimiento de 5 a 15% por efecto de injertar el tomate, asumiendo un buen manejo y adecuada compatibilidad entre el portainejrto y la variedad, en el caso de ciclos largos. El incremento en el rendimiento se debe a que los portainjertos tienen vigorosos sistemas radicales y son capaces de absorber eficientemente agua y nutrientes, debido a que funcionan como las raíces de la variedad sin injertar; además, sirven como proveedores de hormonas endógenas (Kim *et al.*, 1999)-

El rendimiento está fuertemente correlacionado a un buen vigor de la planta y a la resistencia mostrada por el portainjerto a ciertas enfermedades (Lee, 2003).

**Cuadro 3.1.** Rendimiento experimental de tomate de invernadero en función del portainjerto usado (Vargas, 2005).

Rendimiento experimental de tomate de invernadero en función del portainjerto usado (Vargas, 2005).		
Porta injerto	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Relativo (%)
Maxifort	42	120
Beaufort	39	111

Sin injertar	35	100
--------------	----	-----

### 2.7.3.3 Efectos del injerto sobre el calibre del fruto

El tamaño de los frutos, en hortalizas injertadas llega a incrementarse algunas veces, si se compara con frutos de plantas no injertadas. Sin embargo, también el color del fruto, espesor de la corteza y concentración de los sólidos solubles, pueden ser influenciados por el portainjerto (Lee, 1994).

### 2.7.3.4 Exceso de vigor

El uso de porta injerto en hortalizas mejora el crecimiento y rendimiento de la parte aérea debido al vigor que éste provee (Lee y Oda, 2003). Las plantas injertadas sobre portainjertos vigorosos, tienen un incremento en el área foliar, área foliar específica, longitud del tallo y biomasa (Asao *et al.*, 1999; Chung y Choi, 2002; Godoy *et al.*, 2009).

### 2.7.3.5 Efectos de la absorción de nutrimentos

Ruiz *et al.* (1996), estudiando los niveles de P y sus bioindicadores en plantas injertadas de melón, observaron que el portainjerto ejercía un efecto positivo sobre los niveles foliares de P total, ya que estas plantas mostraban mayor vigor de su parte aérea. También sugirieron que en plantas de melón injertadas sobre distintos portainjertos, el contenido foliar de N y K estaba determinado por el genotipo de la base radicular utilizada y, además, que el contenido foliar de N encontrado en esas plantas también daba lugar a diferencias en la producción.

#### **2.7.4 El uso de injerto en México**

En México, el injerto en tomate es usado en todos los invernaderos de alta tecnología y se empieza a usar en invernaderos de tecnología intermedia e incluso en campo abierto a nivel masivo. En países donde es costosa la mano de obra, se ha desarrollado el injerto mecanizado, pero en México, dado el bajo costo de la mano de obra y su excelente desempeño el injerto no se ha mecanizado y se realiza con personal femenino, lográndose de 300 a 500 injerto por hora (Kubota *et al.*, 2008)

En México la técnica del injerto se empieza a desarrollar a nivel comercial en diferentes empresas agrícolas de tomate, principalmente en los estados de Sinaloa, Jalisco, Sonora, Colima, Estado de México, Baja california norte y Baja california sur, Guanajuato, Michoacán y San Luís Potosí.

#### **2.8 Sustratos**

El termino sustrato se refiere a todo material solido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que es colocado en un contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular (Pastor, 2000; Samperio, 2004).

Esto clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes estos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que los químicamente activos actúan en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos (Resh, 2001).

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

El sustrato adecuado para cada caso concreto depende de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que interviene, condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato (Maroto, 1990; Pastor, 2000; Samperio, 2004).

Por lo tanto no se tiene un sustrato ideal, pero si puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe de tener, como son:

Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible

Elevada aireación

Baja densidad aparente,

Elevada porosidad

Baja salinidad

Elevada capacidad tampón

Baja velocidad de descomposición

Estabilidad estructural,

Bajo costo

Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.).

En ocasiones el sustrato muestra problemas en la producción hortícola, debido a la inapropiada mezcla de partículas finas y gruesas. Por ello, el uso de sustrato con

muy baja proporción de partículas finas ( $>0,01\text{mm}$ ) presenta una baja retención de agua y el cultivo suele sufrir de sequia en las horas de máxima insolación. Por lo contrario un sustrato con una alta proporción de partículas finas, presentara una alta capacidad de retención de agua, pero sus características de aireación serán pobres, de acuerdo a lo reportado en el sustrato de tezontle (Castellanos y Vargas, 2003).

### **2.8.1 Tipos de sustratos**

Castellanos (2003), menciona que los sustratos que más comúnmente se usan en horticultura protegida en los sistemas de cultivo sin suelo son:

1. Perlita
2. Lana de roca
3. Tezontle
4. Arena
5. Turba
6. Corteza de pino
7. Fibra de coco

#### **2.8.1.1 Fibra de coco**

La denominada fibra de coco es un residuo orgánico agroindustrial de origen tropical, con una enorme potencialidad para ser utilizado como sustrato o componente de sustrato de cultivo. Se genera después de que el mesocarpio fibroso del fruto del



## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

coco (*Cocos nucifera*) ha sido procesado para extraer las fibras más largas, las cuales se destinan a la fabricación de cuerdas, esteras, cepillos, etc. El tratamiento industrial de la fibra del coco genera cantidades elevadas de polvo (tejido medular) y fibras cortas como residuo. Desde hace años, el residuo de fibra de coco se viene utilizando con éxito como componente orgánico sustitutivo de la turba *Sphagnum* en los medios de cultivo de las plantas en contenedor. El residuo de la fibra de coco se genera y acumula en los países tropicales, siendo Sri Lanka el principal producto de sustrato de cultivo mediante el reciclado de dicho residuo orgánico.

Se encuentra una gran variabilidad en las propiedades de este material entre lotes (muestras) distintos, que está relacionada con diferencias en las técnicas culturales aplicadas a las plantaciones de cocoteros, el procedimiento industrial seguido para la extracción de fibra, la edad del residuo, etc. Es un sustrato que retiene cantidades aceptables de agua fácilmente disponible al tiempo que está bien aireado; para un tamaño de partícula similar, la fibra de coco retiene menos cantidad de agua y está mucho más aireada que la turba *Sphagnum* rubia. El pH es muy apropiado para el cultivo (alrededor de 5, 7), pero la salinidad puede ser elevada en algunos casos. Los niveles de algunos nutrientes asimilables son muy bajos, particularmente nitrógeno, calcio y magnesio, mientras que los de otros, como fósforo y potasio, son muy elevados.

Las propiedades físicas y químicas de la fibra de coco pueden llegar a requerir el ajuste de los programas de riego y fertilización, especie por especie (Cadaña, 2005).

## 2.9 Soluciones nutritivas

La solución nutritiva es el conjunto de elementos nutritivos requerido por las plantas, disueltos en agua. En los sistemas hidropónicos a excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de soluciones nutritivas y en forma asimilables por las raíces de las plantas, por lo que se considera un prerequisite la solubilidad de los iones esenciales en el agua. Se debe ajustar el pH de la solución de acuerdo a la necesidad de la especie a cultivar (Sánchez y Escalante, 2001).

Las principales fuentes de cada uno de los elementos nutrientes que forman parte de la solución nutritiva para la hidroponía son:

El nitrógeno, es absorbido por las plantas en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) soluble en agua. Las fuentes principales son: nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ), de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), fosfato mono amónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosfato di amónico ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ), urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) y fosfo-nitrato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3\text{H}_2\text{PO}_4$ ).

El fósforo es asimilado por las plantas como ion fosfato ( $\text{PO}_4^{\equiv}$ ). Las fuentes empleadas son: superfosfato de calcio simple y triple ( $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ ), fosfato de amonio, fosfato monoamónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosforo diamónico, ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

Para el Potasio las fuentes principales son: nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) y cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ).

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Las principales fuentes de calcio son: nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), superfosfato (simple y triple), sulfato de calcio (yeso) ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

El azufre es utilizado por las plantas en forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), se encuentra en: sulfato de amonio y de potasio, superfosfato, sulfato de magnesio (sal de Epsom ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )), que proporciona el magnesio necesario.

El boro, zinc, manganeso, cobre, fierro, molibdeno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser tóxico. Las fuentes empleadas son: bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) para el boro, el quelato de zinc y las mezclas de zinc con nitrógeno como fuente del zinc, el sulfato ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos de manganeso para el manganeso, el sulfato y cloruro de cobre para el cobre, el sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos para el fierro. También hay fertilizantes comerciales que incluyen estos microelementos como el Peters S.T.E.A.M (Soluble Trace Element Mix) (Contreras, 2006).

De acuerdo con Steiner (1961, 1966, 1984) y De Rijck y Schrevens (1998), la composición química de una solución nutritiva está determinada por 1) Una relación cationica mutua. 2) Una relación anionica mutua. 3) La concentración iónica total, y 4) El pH.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización Geográfica y Clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1 100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvias son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992), citado por Morales (2006) agrega que la precipitación promedio en la región es de 220 mm con heladas de noviembre a marzo.

#### 3.2 Localización del Experimento

El experimento se estableció en la empresa VIGO, localizado en el Km de la carretera Torreón-San Pedro, en el ejido el Pilar, Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera.

#### 3.3 Tipo y Condiciones de la Casa Sombra

El experimento se realizo bajo la casa sombra número 10 de VIGO. La estructura es cuadrada con sistema de ventilación natural, la casa sombra tenía un área de 9 ha, siendo una estructura metálica, y cubierto de malla color blanca. La parte aérea tenia doble malla, siendo la primera blanca mientras que la malla de adentro era color negra. El sistema de riego es por goteo.

### **3.4 Híbridos y Portainjertos**

Se evaluó un portainjerto con 4 diferentes híbridos de tomate de crecimiento indeterminado, usando injerto de aproximación, el portainjerto fue VIGOSTAR12 y sus 4 híbridos fueron: RAFAELLO, DONATELLO, VENGADOR Y DRK-2189 dichos híbridos son de empresa AHERN INTERNATIONAL DE MEXICO, S.A. DE C.V., la cual los caracteriza de la siguiente manera:

**3.4.1 Rafaello.** Planta buen vigor, buena cobertura foliar ligeramente abierta, cultivo protegido se adapta bien a la región en Baja California Norte en plantaciones de Enero a Junio al igual que en otras regiones del Centro de México, mientras que en Baja California Sur en plantaciones de Enero y Febrero con madurez precoz, frutos tamaño grande pero bajo condiciones en San Quintín puede promediar también tamaños extra-grande, buena forma oval-alargado, buen grosor de pared, muy buena firmeza. Para mercado fresco.

**3.4.2 Donatello.** Variedad muy precoz y de muy buena larga vida. Buen cierre pistilar para su calibre. Fruta de forma globosa y firme.

**3.4.3 Vengador.** Planta vigorosa que ofrece altos rendimientos, fruta firme de color rojo intenso, “hombros” suaves, y tamaño grande, excelente paquete de resistencia a enfermedades.

**3.4.3 DRK-2189.** Tomate tipo saladette de hábito indeterminado, calidad de fruto excelente con resistencia Fusarium raza 3, planta vigorosa, de entrenudos intermedios ideal para ciclo largo; presenta racimos múltiples en abanico, altamente productiva,

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

variedad de ciclo precoz, fruta ovalada de 100 a 125 g, con color rojo intenso muy firme: no presenta problemas de Blossom.

### **3.5 Sustrato**

La realización del trabajo se hizo en suelo y fibra de coco. El polvo de coco o fibra de coco es un subproducto de la industria copreara que merece ser sdestacado, siendo las fibras cortas y el polvo las que se utilizan como sustrato. En una evaluación realizada en el campo experimental Bajío del INIFAP con fibras de coco mexicanas, presento una densidad media de  $0.09 \text{ g/cm}^3$ , con un rango de  $0.07$  a  $0.10 \text{ g/cm}^3$ ; capacidad de retención de agua con un valor medio de 63% y un intervalo de 50 a 75 %; la capacidad de aireación media de 32%, con un rango que va de 20 a 52%; en cuanto al valor medio del agua fácilmente disponible fue de 25%; un porcentaje de agua fácilmente disponible de 2%; mientras que el agua de reserva su media fue de 7% (Castellanos, 2009).

### **3.6 Cosecha**

Esta actividad se realizó una vez por semana, cuando empezaba y cuando la producción se encontraba al 75% se asistía 2 veces a la semana, se cosecharon los frutos con maduración entre rojo y verde, cuando el fruto presentaba una coloración rosada o el 30% pero no más del 60 % de rojo en promedio, o también conocido como  $1/3$  y hasta  $2/3$  de coloración, mientras que para la segunda, la cosecha de calidad, para la cual se dejaba que el fruto dos y tres de cada racimo superará el 60% de su coloración destinados a la determinación de calidad del fruto.

### 3.7 Fertirriego

Para cada tonelada de tomate que se produce, la planta consume las cantidades de elementos que indican en la segunda columna del cuadro 8.1 y en la tercera columna estarían los consumos netos para un rendimiento 30 kg/m<sup>2</sup>. En las columnas 4 y 5 del mismo cuadro, se indican las dosis de nutrimentos que se sugieren aplicar en la etapa de crecimiento y en la etapa de producción, en kg/ha por día. En general las cantidades de fertilizante para la etapa de crecimiento van de 20 y 25 kg de fertilizante/ha por día y en la etapa de producción este valor va de 25 a 35 kg/ha por día. El rango de variación está en función de los contenidos de calcio y magnesio en el agua de riego. Es importante destacar que debido a que el suelo es capaz de retener cationes en su fase de intercambio, la raíz presenta un mayor volumen de exploración, por lo que invariablemente se consumen menores cantidades de fertilizantes en suelo k en sustrato. A mayor rendimiento, la planta tiene un mayor consumo nutrimental, por lo que resulta evidente que un rendimiento mayor de fruta exigirá una mayor dosis de fertilización.

**Cuadro 3.1.** Extracción nutrimental unitaria y total por el cultivo de tomate, para un rendimiento de 30 kg/m<sup>2</sup> y dosis de fertilización sugerida para dos etapas de desarrollo. UAAAN.UL.2011.

Nutrimentos	Consumo Neto		Fertilización. Kg/ha/día	
	Kg/t*	Kg/ha	Crecimiento	Producción
<b>N</b>	2.1	<b>630</b>	<b>1.5-3.5</b>	<b>3.5-4.5</b>
<b>P2O5</b>	0.7	210	0.8- 1.2	1.0-1.5
<b>K2O</b>	4.4	1320	2.5-5.0	6.0-7.0
<b>Ca</b>	2.3	690	1.5-3.5	3.0-4.0
<b>Mg</b>	0.4	120	0.4-0.8	0.7-0.9

**Fuente** Godoy et al. (2008).

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**Cuadro 3.2.** Consumo neto y aportaciones de nutrimentos para un rendimiento de tomate de invernadero de 3.4 kg/m<sup>2</sup> en suelo y 31.1 kg/m<sup>2</sup> en sustrato, durante un ciclo de 255 días, en dos sistemas de producción. UAAAN.UL.2011.

Nutrimentos	Consumo Neto *	Aportación Total	
		Suelo	Sustrato
		Kg/ha	
N	716	920	1748
P2O5	234	342	452
K2O	1496	1520	3636
Ca	782	1050	2170
Mg	136	290	731

Fuente Ojodeagua et al., (2007).

### 3.8 Diseño Experimental

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño aumentado completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los híbridos: RAFAELLO, DONATELLO, VENGADOR, DRK-2189 y el portainjerto VIGOSTAR12.

### 3.9 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron número de frutos chico/ha, número de frutos mediano/ha, número de frutos grande/ha, número de fruto extra grande/ha, rendimiento al 5to corte, rendimiento al 10mo corte, rendimiento al 15vo corte, rendimiento total, altura de planta (en cm), diámetro de tallo (en mm), longitud de hoja (en cm), diámetro polar de fruto y diámetro ecuatorial.

### 3.10 Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza para determinar presencia o ausencia de diferencias significativas entre portainjerto, genotipos o interacción de ambos, cuando



## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

se encontraron tales diferencias se realizó una comparación de media por el método DMS al 5 %. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

**IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

**4.1 Fruto chico**

El análisis de varianza presento significancia únicamente para medio (Cuadro 1A). En el cuadro 4.1 se puede observar que la media general fue de 17, 747, 713 y el coeficiente de variación del 28.88%. En el medio fibra de coco fue el que presento mayor numero de fruto con 25, 784,413 y significativamente diferente el cultivado en suelo.

**Cuadro 4.1.** Numero de frutos chico/ha en los híbridos RAFAELLO, DONATELLO, VENGADOR y DRK-2189 con el portainjerto VIGOSTAR12 de tomate, en fibra de coco y suelo de los híbridos estudiados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.

Medios	Nivel de significancia	
Fibra de coco	25784413	a
Suelo	9711013	b
Media	17747713	

**4.2 Fruto mediano**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 2A). Se puede observar que la media general fue de 8, 118, 469 con un coeficiente de variación del 58.18%, siendo en fibra de coco donde se presento el mayor numero de fruto medianos con 10, 193, 838 y significativamente diferente el cultivado en suelo.

### **4.3 Fruto grande**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 3A). Se puede observar que la media general fue de 7, 577, 238 y un coeficiente de variación del 61.77% para fruto grande, siendo el medio fibra de coco el que obtuvo mayor numero de frutos con 7, 608, 388 y significativamente diferente el cultivado en suelo.

### **4.4 Fruto extra grande**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 4A). Se puede observar que la media general obtenida es 6, 794, 594 con un coeficiente de variación del 66.58%, siendo el medio suelo el que presento mayor numero de fruto con 7, 282, 313 y significativamente diferente el cultivado en fibra de coco.

### **4.5 Rendimiento 5to**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 5A). Se puede observar que la media general obtenida es 12.94 t ha con un coeficiente de variación del 39.37%, siendo el medio fibra de coco con mayor toneladas por ha con 15.63 y significativamente diferente al cultivado en suelo.

### **4.6 Rendimiento 10mo**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 6A). Se puede observar que la media general obtenida es 26.83 t ha con un coeficiente de variación del 41.72%, siendo el medio fibra de coco con mayor toneladas por ha con 34.60 y significativamente diferente al cultivado en suelo.

#### **4.7 Rendimiento 15vo**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 7A). Se puede observar que la media general obtenida es 33.5 t ha con un coeficiente de variación del 39.37%, siendo el medio fibra de coco con mayor toneladas por ha con 43.23 y significativamente diferente al cultivado en suelo.

#### **4.8 Rendimiento total**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 8A). Se puede observar que la media general obtenida fue de 40.23 t ha y el coeficiente de variación es de 37.74%, siendo el medio fibra de coco donde se obtuvo 49.89 t ha y significativamente diferente al cultivado en suelo.

#### **4.9 Altura de planta**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 9A). Se puede observar que la media general para altura de planta fue de 172.62 cm con un coeficiente de variación de 11.2%, siendo el medio fibra de coco el que presento mayor altura de planta con 175.65cm y significativamente diferente el cultivado en suelo.

#### **4.10 Diámetro del tallo**

El análisis de varianza no mostró diferencia significativa (Cuadro 10A). Se puede observar que se obtuvo una media de 13 mm y un coeficiente de variación de 16.3 %. El medio que presento mayor diámetro de tallo fue en fibra de coco con 13.25 mm y significativamente diferente en el cultivado en suelo.

#### **4.11 Longitud de hoja**

El análisis de varianza no mostró diferencia significativa (Cuadro 11A). Presento una media de 39.87 cm y un coeficiente de variación de 9.31%. El medio con mayor longitud de hoja se presentó en fibra de coco con 40 cm y significativamente diferente en el cultivado en suelo.

#### **4.12 Calidad del fruto**

##### **4.12.1 Diámetro polar**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa (Cuadro 12A). Mostrando una media general de 5.31 mm y un coeficiente de variación de 28.86%. Siendo el medio fibra de coco el que presenta mayor tamaño de diámetro polar con 5.75 cm y significativamente diferente al cultivado en suelo.

##### **4.12.2 Diámetro ecuatorial**

Esta variable no presento diferencia significativa (Cuadro 13A). En el cuadro 4.13 el análisis mostró que se obtuvo una media general de 3.43 mm y un coeficiente de variación del 29.33%, siendo en el medio fibra de coco donde se obtuvo el mayor tamaño de diámetro ecuatorial con 3.68 cm y significativamente diferente al cultivado en suelo.

## V. CONCLUSION

No Existen diferencias significativas para las variables de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, diámetro polar y ecuatorial del fruto entre los híbridos en fibra de coco y suelo.

Siendo el híbrido DONATELLO el que presenta mayor altura con 199 cm en fibra de coco. El que presenta mayor diámetro de tallo fue el híbrido VENGADOR con 16mm. La longitud de hoja se presentó en el híbrido RAFAELLO en fibra de coco con 46 cm. El híbrido que presentó mejor diámetro polar de fruto fue RAFAELLO en fibra de coco con 5.97 mm y el híbrido con mayor diámetro ecuatorial fue DRK-2189 en fibra de coco con 4.17mcm.

En rendimiento el mejor Híbrido con el portainjerto VIGOSTAR12 fue RAFAELLO con 65.15 t ha, siendo el que mejor dio rendimiento en el medio fibra de coco, mientras que el DRK-2189 en fibra de coco dio 27.59 t ha. En suelo el mejor híbrido fue DONATELLO con 42.05 t ha, mientras que VENGADOR en suelo dio la más baja cantidad con 4.04 t ha. Todos los híbridos recibieron la misma fertilización, tanto para fibra de coco como para suelo.

Recomendando así, que si se desea tener mejores rendimientos, se utilizó la fibra de coco bajo condiciones de casa sombra para estos híbridos con el portainjerto VIGOSTAR12.

**VI. Literatura citada**

- Ahn, S.J., Y.J. Im., G.C. Chung, B.H. Cho y S.R. Suh. 1999. Physiological responses of grafted-cucumber leaves and rootstock roots affected by low temperature. *Sci. Hortic.* 81: 397-408.
- Asao, T., N. Shimizu, K. Ohta y T. Hosoki. 1999. Effect of rootstocks on the extension of harvest period of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in no-renewal hydroponics. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 68: 598-602.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 101: 358-360.
- Bewley, J. D. y M. Black, 1982. *Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Vol. II. Viability, dormancy and environmental control.* Springer-Verlag. Berlin.
- Biles, C. L., R.D. Martyn y H.D. Wilson. 1989. Isozymes and general proteins from various watermelon cultivars and tissue types. *Hort. Sci.* 24: 810-812.
- Biringas, L. 1999. Cifras y datos de la producción de invernaderos. 14- 16. In: *Productores e Hortalizas.* Nov. 1999.
- Bletsos, F., C. Thanassoulououlos y D. Roupakias. 2003. Effect of grafting on growth yield, and *Verticillium* wilt of eggplant. *Hortsci.* 38: 183-186.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. En: *Memorias del 1er Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas.* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Bouzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

- Cadahía, L. C. 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. pp: 347-348. Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ediciones Mundi-prensa. México.
- Camacho, F. F. y E. J. Rodríguez. 2009. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en almería.
- Castellanos, J.Z. 2003. La calidad del agua. P. 61-73. EN: J.J. Muñoz – Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción de hortaliza en invernadero. INICAPA, México.
- Castellanos J.Z y Vargas T.P. 2003. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero. In: manual de producción de horticultura en invernaderos. En: Castellanos J.Z (Ed) Intagri 2ª edición Celaya Guanajuato p 124-150.
- Castellanos, J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. 20 de noviembre. Celaya, Gto, México.
- Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Chung H.D., S.J. Youn y Y.J. Choi. 1997. Effects of rootstock on yield, quality and components of tomato fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38: 603-607.
- Chung H.D. y Y.J. Choi. 2002. Growth on varying soil EC and selection of salt-tolerant rootstock of tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 536-544.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. pp. 113- 123.



## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

- Contreras M.E. 2006. Manejo de la nutrición en cultivos hidropónicos. Memorias (cd). Curso teórico-práctico "Producción de Cultivos en Sistemas Protegidos en el Trópico Húmedo". Villahermosa, Tabasco, México.
- De Rijck G, Schrevens E. 1998. Cation Speciation in Nutrient Solutions as a Function of pH. *J. Plant Nutr.* 21: 2115-2125.
- Dieleman, A. y E. Heuvelink. 2005. Gebruik van onderstammen bij vruchgroenten. *Planta Res. Inter. Nota 367.* 1-37.
- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492. En: "El cultivo del tomate". Ediciones y Promociones LAV, S. L. Valencia.
- Ferreira, C. C. 2002. El CO<sub>2</sub> elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- Fonseca A. E. 2006. Producción de tomate en invernadero. In: Cuarto simposio Internacional de producción de cultivos en invernadero. E. Olivares S (ed). UANL. Facultad de Agronomía. Monterrey, N.L. México. Pp:1-8.
- Francescangeli N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario, San Pedro Buenos, Aires, Argentina
- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- Godoy, H.H., J.Z. Castellanos, G.G. Alcantar, V.M. Sandoval y J.J. Muñoz 2008. Efectos del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca, y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana.* 27, 1-11.
- Godoy, H.H., J.Z. Castellanos, G. Alcántar V. M. Sandoval, J.J. Muñoz, 2009. Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca, extracción y diagnostico de nutrimentos en planta y suelo, en invernadero. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T, Davies, Jr. y R.L. Geneve. 2002. *Planta propagation, principles and practices*. 7th ed. Prentice hall. N.J., USA. 880p.
- Hernandez. E., R. Nieto y E. R. Navarro. 2005. *Cultivo del tomate en hidroponía e invernadero. Uso de portainjertos en tomate*. Pp 119-120.
- Horward, W. 1995. *Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel*. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 pp. Brurin Israel.
- Infoagro, 2001. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Infoagro. 2002. *Cultivo del tomate*. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate> 3.
- Asp.López, J., M. Dorais , N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Infoagro, 2004. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. Del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Jeffree C. E., y M.M. Yeoman. 1982. Development of intercellular connections between opposing cells in a graft union. *New phytol.* 1983: 491-509.
- Jones, Jr. J. B. 1999. *Tomato plant cultura*. Ed. CRC Press. Florida, USA. 199p.
- Kemp, G. A. 1968 Low temperature growth responses of the tomato. *Canadian Journal of plant Science* 48: 281-286.
- Kim, S. E., K. H. Jung., y J. M. Lee. 1999. Contents of mineral elements and cytokinins in xylem sap of two oriental melón cultivars affected by rootstock. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17: 742-746.

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

- Kinet, J. M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato Sci. Hort. 6: 15-26.
- Kubota, C., M. A. McClure, B. N. Kokalis, M.G. Bausher y E. N. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use and current technology status in North America. Hort. Sci. 43: 1664-1669.
- Lee J. M. y M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-124.
- Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. current status, grafting methods, and benefits Hort. Sci. 29: 235-239.
- Lee, J. M. 2003. Advances in vegetable grafting. Chronica Horticulturae 43: 13-19
- López, J., M. Dorais, N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Maroto, B.J.V. 1990. Elementos de Horticultura General. Ediciones Mundi-Prensa Madrid España. pp 343
- Miguel, A. 1997. El injerto de hortalizas. Ed. Generalitat Valenciana, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. 88 p.
- Moore, R. y D.B. Walter. 1981. Studies of vegetative compatibility-incompatibility in higher plants. I. A structural study of a compatible autograft in *Sedum telephoides*. Am. J. Bot. 68: 820-830.
- Ojodeagua, J.L., J.Z. Catellanos, J.J. Muñoz, G.E. Alcantar, L. Tijerina, T.P. Vargas, S. Enríquez. 2008. Efecto del incremento salino (NaCl) de la solución nutritiva sobre el rendimiento y calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en tezontle bajo invernadero.

## TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

- Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Ext. Bull. Food y Fert. Tech. Center. 480:1-11.
- Pastor S.N.J 2000. Utilización de sustratos en viveros. Revista Terra 17:3-231. Universidad de Lleida. Dep de Hortofruticultura. España.
- Pérez, M. D. 2001 Evaluación de micro nutrientes aplicados en la solución nutritiva y foliarmente para la producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. U. A. A. Antonio Narro UL. Torreón Coahuila México. Pp. 35.
- Picken, A. J. F., K. Stewart, D. Klapwijk. 1986. Germination and vegetative development. In: Atherton, J. G. y Rudich J. The tomato crop. A Scientific basis for improvement. Chacman and Hall. Londres.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España.
- Rivero R.M., J. M. Ruiz, E. Sanchez, y L. Romero. 2003<sup>a</sup>. Does grafting provide tomato plants an advantage against H2O2 production under condition of thermal shock? *Physiol. Plant.* 117: 44-50.
- Rivero R.M., J. M. Ruiz, E. Sanchez, y L. Romero. 2003<sup>b</sup>. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agric. Environ.* 1: 70-74.
- Ruiz J., M. A. Belakbir, y L. Romero. 1996. Foliar level of phosphorus as its bioindicators in Cucumis melo grafted plants. A possible effect of rootstock. *J. Plant physiol.* 149: 400-404.
- Ruiz J., M. A. Belakbir, C. I. Lopez y L. Romero. 1997. Leaf- macronutrient content and yield in grafted melón plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scie. Hortic.* 71: 227-234.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

- SAGARPA. 2000. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Volumen 1. Centro de estadística agropecuaria. D.F. México. Pp. 598-617.
- Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Pp. 35, 38 y 45.
- Samperio, R.G. 2004. Un paso más a la hidroponía. Diana (Edt). pp 65.
- Sánchez 2008. Diseño agronómico de los invernaderos en México y en el mundo. *In:* Modulo II. Diseño agronómico y Manejo de invernaderos. Primer curso de especialización en horticultura protegida. Departamento de fitotecnia, UACH.
- Sánchez C. F y Escalante R.E.R. 2001. Hidroponía, Principios y métodos de cultivos. UACH. 3ra. Edición. Imprenta UACH. PP 194.
- Santa-Cruz A., M. M. Martinez, J. Cuartero y M.C. Bolarin. 2001. Response of plant yield and ion contents to salinity in grafted tomato plants. *Acta Hort.* 559: 413- 417.
- Santibañez. E. 1992. La comarca lagunera, ensayo monográfico. Tipográfica. Reza S. A. Torreón, Coahuila, México. Pp. 14.
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.
- Steiner A.A. 1961. A Universal Method for preparing nutrient solutions of certain desired composition. *Plant soil.* 15: 134-154.
- Steiner A.A. 1966. The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants. *Plant soil.* 24: 434-466.
- Steiner A.A. 1984. The Universal Nutrient Solution. *En Proc 6th Int. Cong. Soilles Cult.* Pp. 633-649.
- Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

Valadéz L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. Pp. 198-222.

Van Haeff, J. M. 1983. Manual para la educación agropecuaria. Tomate. Tercera impresión. Editorial trillas, México, D.F. pp. 11-16.

Vargas, E. 2005. Efecto del injerto y la variedad, sobre el rendimiento y caliber del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil) bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33, Celaya, Gto.

**VII. APENDICE**

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**Cuadro 1A. Análisis de varianza para variable numero de fruto chico en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F Calculada	Sig
Medio	1	5.167	5.167	19.66	*
Híbrido	3	1.3768	4.5896	1.75	NS
Error	3	7.8839			
Total	7	7.3323			
C.V		28.88			
Media		17747713			

**Cuadro 2A. Análisis de varianza para variable numero de fruto mediano en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig
Medio	1	3.4457	3.4457	1.55	NS
Híbrido	3	3.2211	1.073	0.48	NS
Error	3	6.6822			
Total	7	1.3349			
C.V		58.1335			
Media		8118469			

**Cuadro 3A. Análisis de varianza para variable numero de fruto grande en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	7762580000	7762580000	0	NS
Híbrido	3	6.5571	2.1857	1	NS
Error	3	6.5739			
Total	7	1.3131			
C.V		61.779			
Media		7577238			



TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**Cuadro 4A. Análisis de varianza para variable numero de fruto extragrande en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	1.8951	1.8951	0.09	NS
Híbrido	3	1.5945	5.3151	2.6	NS
Error	3	6.1399			
Total	7	2.2275			
C.V		66.5822			
Media		6794594			

**Cuadro 5A. Análisis de varianza para variable numero de fruto rendimiento al 5to corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	58.0815642	58.0815642	0.96	NS
Híbrido	3	220.7949442	73.5983147	1.22	NS
Error	3	180.5964			
Total	7	459.4729			
C.V		59.94664			
Media		12.94			

**Cuadro 6A. Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 10vo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	482.7384	482.7384	3.85	NS
Híbrido	3	402.3901	134.13	1.07	NS
Error	3	376.3079			
Total	7	1261.4365			
C.V		41.72869			
Media		26.83962			

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**Cuadro 7A. Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 15vo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	757.4581	757.4581	4.35	NS
Híbrido	3	610.4089	203.4696	1.17	NS
Error	3	522.0396			
Total	7	1889.9067			
C.V		39.37061			
Media		33.50572			

**Cuadro 8A. Análisis de varianza para variable de rendimiento total en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	745.9839	745.9839	3.23	NS
Híbrido	3	1081.846	360.6153	1.26	NS
Error	3	692.0213			
Total	7	2519.8513			
C.V		37.74528			
Media		40.23801			

**Cuadro 9A. Análisis de varianza para variable de Altura de planta en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	78.125	78.125	0.21	NS
Híbrido	3	208.375	69.4583	0.19	NS
Error	3	1123.375			
Total	7	1409.875			
C.V		11.20981			
Media		172.625			

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**Cuadro 10A. Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo chico en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	0.5	0.5	0.11	NS
Híbrido	3	6	2	0.44	NS
Error	3	13.5			
Total	7	20			
C.V		16.31785			
Media		13			

**Cuadro 11A. Análisis de varianza para variable longitud de hoja en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	0.125	0.125	0.01	NS
Híbrido	3	59.375	19.7916	1.44	NS
Error	3	41.375			
Total	7	100.875			
C.V		9.313388			
Media		39.875			

**Cuadro 12A. Análisis de varianza para variable diámetro polar de fruto en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig
Medio	1	0.5512	0.5512	0.23	NS
Híbrido	3	6.6286	2.20955	0.94	NS
Error	3	7.0564			
Total	7	14.2363			
C.V		28.86912			
Media		5.3125			

TESIS BENJAMIN LÓPEZ LÓPEZ

**Cuadro 13A. Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial de fruto en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto VIGOSTAR12.UAAAN.UL.2011.**

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Sig.
Medio	1	0.4802	0.4802	0.47	NS
Híbrido	3	2.9774	0.9924	0.98	NS
Error	3	3.0505			
Total	7	6.5081			
C.V		29.33474			
Media		3.4375			