

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Evaluación de tres híbridos con tres portainjerto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en sustrato de fibra de coco bajo condiciones de casa sombra.**

**Por**

**MERCEDES HERNÁNDEZ MONTES**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial**

**para obtener el Título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE TRES HIBRIDOS CON TRES PORTAINJERTO  
DE TOMATE (*Lycopersicon Esculentum Mill*) EN SUSTRATO DE  
FIBRA DE COCO BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA**

TESIS DE C. MERCEDES HERNÁNDEZ MONTES QUE SE  
SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

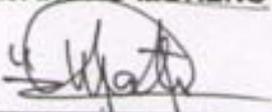
**ASESOR PRINCIPAL**

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

**ASESOR**

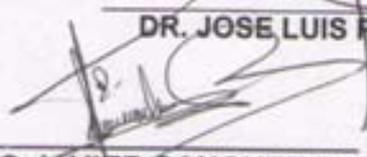
  
\_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**ASESOR**

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

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**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**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

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

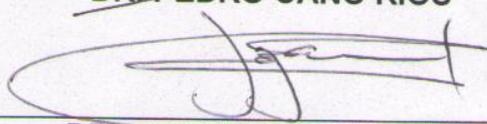
**INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADA POR:

PRESIDENTE

  
DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

  
DR. ALEJANDRO MORENO  
RESÉNDEZ

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**

### **A mi Alma Terra Mater**

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y por permitirme ser parte de su historia y por haberme adoptado durante los cinco años que tarde en mi formación profesional, porque siempre mantenga vocación de enseñanza y formación de los alumnos, los cuales nos sentimos orgullosos de pertenecer a ella.

### **Al Dr. Pedro Cano Ríos**

Por todo el apoyo brindado de manera incondicional, por haberme permitido trabajar a su lado en la realización de este trabajo principalmente, y por dejarme ser parte de este proyecto, porque es un privilegio trabajar a su lado y poder aprender grandes cosas que me ayudarán para desarrollarme profesionalmente, por compartir sus conocimientos para conmigo. Y sobre todo GRACIAS por su AMISTAD.

### **Al Dr. Alejandro Moreno Recéndez**

Por su apoyo incondicional por sus sabias palabras, por haberme regalado un poco de su gran conocimientos.

Por su amistad brindada GRACIAS todos mis respetos para su persona.**Al**

### **Ing. Víctor Martínez Cueto**

En la vida siempre se da gracias por conocer personas tan sinceras y tan amables, es por eso que le doy gracias por su amistad brindada, por el apoyo

incondicional que me brindo durante mi estancia en esta universidad, nunca cambie es un gran ser humano. GRACIAS por su AMISTAD.

### **A mis amigos**

Anel Cristina Reyes, Leonor Hernández, Benjamín López, Wilbert Ancheyta, Edgar Antonio, Felipe Pura, Jovan Reyes de los cuales yo me siento orgullosa y satisfecha de haberlos conocido y sobre todo de la amistad que me han brindado en estos cuatro años y medio, y porque siempre han estado cerca de mi en los momentos felices y difíciles. A mi amiga Jhoani G. Cruz Velázquez y Edward Balcázar Chong por apoyarme desde principio hasta fin desde lejos pero siempre cerca de mi corazón. Gracias por todo, **Gracias por su Amistad**. Ojala esta amistad siga durante mucho tiempo. Los Quiero Muchisimo .

### **A mi Prometido**

Gustavo Campos Vique por haberme apoyado desde el principio a terminar esta tesis, por su comprensión gracias mi amor por todo tu apoyo y amor, por entenderme y cuidarme eres una parte muy importante en este proyecto y en mi vida. **Gracia Amor**.

## DEDICATORIAS

### **A dios.**

A ti padre principalmente porque todavía me permites tener la vida. Y que gracias a ti encontré una vida con alegría, por haber permitido comenzar esta carrera y darme fuerza para poder concluirla y por estar en los momentos difíciles de mi vida, que si tú no hubieras estado a mí lado no tuviera la dicha de escribir estas palabras. Estoy seguro que no te apartaras de mí porque tú eres mi refugio y porqué sin ti nada soy. **Gracias dios**

### **A mis padres.**

Rufino Hernández Girón y Andrea Montes Santos.

Porque si no fuera por ustedes mis viejitos adorados yo no estuviera en este mundo, por todo su apoyo, comprensión, amor y sus mejores deseos. Gracias padres, por guiarme y amarme porque si no hubiera sido por sus consejos tal vez no hubiera yo alcanzado lo que hasta ahora soy, por el gran amor que les han demostrado a sus hijos y por el esfuerzo y trabajos que hacen por sacarnos adelante y para ver un mejor futuro para cada uno de nosotros sus hijos. Le doy tantas gracias adiós por darme la dicha tan grande de tenerlos con vida y que vean los resultados de tantos esfuerzos y sufrimientos que han pasado. Y más que nada darle gracias a dios por haberme dado unos padres como ustedes. **Gracias padres** Los amo con todo el corazón.

**A mi hermano** Luis Rey Hernández Montes

Por tu apoyo incondicional hermanito porque cuando más lo necesitaba tú estabas ahí para apoyarme, gracias por haberme regalado el regalo más hermoso que son mis estudios te amo con todo mi corazón se que dios donde quiera que andes te bendice y cuida. Se lo triste que es estar lejos de los seres queridos pero todo esto tendrá sus recompensas te lo aseguro. **Gracias Hermanito.**

**A mis hermanos.**

Natividad, Rufino, María Elena, Reynaldo, Raymundo, Nicolasa, Josefina, María Trinidad y Francisca. Por ser mis hermanitos adorados y por haber compartir todo lo que nos ha pasado, cuando jugamos, trabajamos, reíamos y sufríamos. Por el apoyo moral incondicional y sobre todo por el amor desinteresado que me brindan **Gracias hermanitos** no olviden que juntos somos uno solo. Los Amo Muchísimo a Todos.

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b>	V
<b>DEDICATORIA.</b>	VI
<b>INDICE DE CUADROS</b>	XI
<b>INDICE DE APENDICE</b>	XII
<b>RESUMEN</b>	XII
<b>I.-INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	4
1.3 Metas	4
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b>	5
2.1 Generalidades del tomate	5
2.2 Origen del Tomate	5
2.3 Clasificación Taxonómica del tomate	6
2.4 Descripción morfológica del tomate	6
2.4.1 Planta	6
2.4.2 Indeterminadas	7
2.4.3 Determinadas	7
2.4.4 Raiz	7
2.4.5 Semilla	8
2.4.6 Tallo	8
2.4.7 Hoja	9
2.4.8 Flor	9
2.4.9 Fruto	10
2.5 Labores Culturales	10
2.5.1 Tutorado	10
2.5.2 Poda de formación	11
2.5.3 Poda de brotes axilares o destallados	11
2.5.4 Poda de hojas o deshojado	12
2.5.5 Poda de brote apical	12
2.5.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	12
2.5.7 Polinización	13
2.5.8 Fertirriego	13
2.5.8.1 Elementos nutritivos	15
2.6 Fundamentos y principios básicos de los sustratos	17
2.7 Justificación para la Aplicación de Tomate de los sistemas de cultivos sin suelo	18
2.8 Tipos de sustratos	19

2.9 Clasificación de los sustratos	20
2.9.1 Sustrato de Fibra de Coco	20
2.10 El Injerto.	22
2.11 Propósitos del injerto	23
2.11.1 Tolerancia a enfermedades	24
2.11.2 Incremento en el rendimiento del cultivo	24
2.11.3 Efectos del injerto sobre el calibre de fruto	25
2.11.4 Exceso de vigor.	25
2.11.5 Efectos de la absorción de nutrimentos.	25
2.12 Problemas asociadas al injerto.	26
2.13 Injerto de Aproximación	27
2.14 El uso de injerto en México	28
2.15 Panorama de la Horticultura Protegida	29
2.16 Desarrollo de la Horticultura Protegida.	29
2.16.1 Las mallas sombras en los cultivos protegidos	29
2.16.2 Dimensiones	30
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	<b>32</b>
3.1 Localización geográfica y Clima de la Comarca Lagunera	32
3.2 Localización del experimento	
3.3 Tipo y Condiciones de la Casa Sombra	32
3.4 Genotipos y Portainjertos.	33
3.4.1 Genotipos	33
3.4.2 Portainjertos	34
3.5 Sustratos	34
3.6 Diseño experimental	34
3.7 Fertirriego y fertilización	34
3.8 Riego y Drenaje.	35
3.9 Manejo del cultivo	35
3.9.1 Entutorado	35
3.9.2 Bajado de plantas	36
3.9.3 Polinización	36
3.9.4 Cosecha	37
3.10 Variables evaluadas en tomate	38
3.11 Análisis estadísticos	39
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>40</b>
4.1 Calidad del fruto	40
4.1.1 Diámetro polar.	40
4.1.2 Diámetro ecuatorial.	40
4.1.3 Rendimiento corte 5	41
4.1.4 Rendimiento corte 10	41
4.1.5 Rendimiento corte 15	41
4.1.6 Rendimiento Total	41
4.2 Altura de la planta.	42

4.2.1 Diámetro del tallo.	42
4.2.2 Longitud de Hoja	42
<b>V CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>VI LITERATURA CITADA</b>	<b>45</b>
<b>VII APENDICE</b>	<b>49</b>

**INDICE DE CUADROS**

<p><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</p>	<p>35</p>
<p><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.</p>	<p>36</p>
<p><b>Cuadro 4.1</b> Medias para la variable diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011.</p>	<p>39</p>
<p><b>Cuadro 4.2</b> Medias para la variable rendimiento 15 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011..</p>	<p>40</p>
<p><b>Cuadro 4.3</b> Medias para la variable rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011..</p>	<p>41</p>

**INDICE DE APENDICE**

<b>Cuadro 1A.</b> Análisis de varianza para variable diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	48
<b>Cuadro 2A.</b> Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	48
<b>Cuadro 3A.</b> Análisis de varianza para variable fruto chico en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011	48
<b>Cuadro 4A.</b> Análisis de varianza para variable fruto Mediano en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	49
<b>Cuadro 5A.</b> Análisis de varianza para variable fruto Grande en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	49
<b>Cuadro 6A.</b> Análisis de varianza para variable fruto Extra Grande en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011	49
<b>Cuadro 7A.</b> Análisis de varianza para variable rendimiento 5 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	50
<b>Cuadro 8A.</b> Análisis de varianza para variable rendimiento 10 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	50
<b>Cuadro 9A.</b> Análisis de varianza para variable rendimiento 15 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra,	

durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	50
<b>Cuadro 10A.</b> Análisis de varianza para variable rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011	51
<b>Cuadro 11A.</b> Análisis de varianza para variable altura de planta en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	51
<b>Cuadro 12A.</b> Análisis de varianza para variable diámetro del tallo en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	51
<b>Cuadro 13A.</b> Análisis de varianza para variable longitud de hoja en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.	51

## RESUMEN

El cultivo bajo condiciones protegidas ha permitido obtener producciones de primera calidad y de mayor rendimiento, en cualquier época del año.

El presente experimento tuvo como objetivo evaluar 3 híbridos con 3 portainjertos de aproximación en el cultivo de tomate en casa sombra para comparar el rendimiento y calidad de los híbridos con los portainjertos.

El estudio fue realizado en el ejido el pilar, carretera Torreón-San Pedro, Coahuila, durante el ciclo Primavera-Verano 2010, Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño aumentado completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los tratamientos como híbrido como factor A: Sahel, Mantaro y Anibal y portainjerto B: RT160961, Resistar y TR-43437 y, Los tratamientos evaluados fueron: rendimiento y calidad.

Se presentaron altas significancias en el rendimiento total ( $p \leq 0.01$ ), los tratamiento de mayor rendimiento lo presento el híbrido Sahel con el portainjerto TR-43437 con 79.7752 t ha. Mientras que el que tuvo menos rendimiento fue el híbrido Anibal con el portainjerto RT160961 con 17.5375 ton/ha. Habiéndose realizado este experimento con factibilidad, y buenos resultados.

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

## 1. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente, es la hortaliza con mayor superficie de siembra en México (54,510.59 ha) en la cual se genera una producción aproximada de 2,277,791.43 ton siendo los estados de Sinaloa, Baja California, Jalisco, Tamaulipas los que generan la mayor producción (SAGARPA, 2010).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2010 alcanzó las 915.50 ha bajo cielo abierto representando el 5.38 % del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 43.86 ton/ha con un poco más de 258,988.00 miles de pesos en valor de la producción y alrededor de 105 hectáreas bajo condiciones protegidas. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio a agosto, obteniéndose bajos rendimientos (SAGARPA, 2010).

Uno de cada tres tomates rojos se produce en Sinaloa, esta entidad en conjunto con otras cinco (Baja California, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí y Baja California Sur) aportan 65.7% del volumen de dicha variedad. En cuanto al rendimiento, destacan Querétaro, Jalisco, Estado de México y Baja California, todos por encima del promedio nacional.

La producción de tomate en el 2008 se distribuyó de la siguiente manera: China fue el principal productor de jitomate en el mundo, con una participación de 36%. Le sigue Estados Unidos con 14%; Turquía, 12%; India, 11%; mientras que México ocupó el doceavo lugar, con 3% de participación en la producción. (SAGARPA 2010).

La técnica de injertar plantas y frutos, aunque milenaria, es relativamente reciente en México a niveles comerciales importantes en el cultivo de tomate.

Estimamos que en México se injertan actualmente del orden de 40 millones de plántulas de tomate al año. Los tipos de tomate en los que se practica esta técnica son bola y saladette principalmente, para producción protegida (malla sombra e invernadero), y a menor escala en campo abierto.

Hace tan sólo cinco años, el uso de plántulas injertadas en forma comercial era mínimo en México.

El patrón (parte radicular) utilizado es una cruce interéspecífica. La más común en la creación de patrones híbridos es *Lycopersicum hirsutum* x *Lycopersicum esculentum*, logrando la fuerza radicular de la especie *hirsutum*, así como sus resistencias, adicionando las que aporta la especie *esculentum*.

El resultado son patrones con resistencias más comunes a *Fusarium razas* 1,2,3 y de la Corona, *Verticillium sp.*, *Pseudomonas solanacearum*, *Pyrenochaeta Lycopersici*, y nematodos de diferentes especies.

En cuanto a la fuerza de la raíz, puede describirse, en términos coloquiales, como la resultante de colocar una bomba de mayor caballaje bajo el suelo — de cinco a 10 veces más potente que la bomba natural que posee la plántula de tomate (Peña, 2008).

Desarrollo de cultivos protegidos se define como el sistema de producción que permiten modificar el ambiente natural el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento. Este

sistema permite ofrecer productos de alta calidad, con mejores precios de venta y con mayores niveles de inocuidad. La horticultura protegida contribuye a sustentar y fomentar el desarrollo agroindustrial, a generar divisas y empleo para el país y una vida más digna entre la gente del medio rural (Sánchez, 2008).

La tecnología de casa sombras tiene ventajas en las regiones del trópico seco ó semi desérticas. Encuentra su justificación donde las temperaturas bajas no llegan a bajar de 1 °C. Sin embargo, puede funcionar bien en el trópico sub húmedo, salvando los riesgos de los excesos de humedad provocados por la lluvia (humedad relativa y los escurrimientos). En este caso se ocupa planificar un buen drenaje parcelario (vertical y horizontal) ó trabajar con un sistema hidropónico. Esta tecnología puede utilizarse temporalmente incluso en la estación de verano de las regiones frías (caso sierra de Sonora). La tecnología de casa sombras está avanzando fuertemente en la región Noroeste. Actualmente, ya existen muchos proyectos de producción de hortalizas en Sinaloa, Sonora, Baja California norte y Baja California sur. Se ubican sobre climas tan diversos como el cálido seco, cálido sub-húmedo, templado y mediterráneo.

La finalidad del cultivo en sustrato es producir una plantula de calidad en el periodo de tiempo más corto posible y con bajos costos de producción. Las plántulas de calidad son aquellas que en postrasplante permite obtener una cosecha abundante y de elevada calidad en el campo en un momento determinado (Hoyos, 1996).

## **1.1 Objetivos**

- 1.-Producir tomate en casa sombra en el periodo de primavera - verano.

2.-Evaluar el rendimiento y calidad de 3 híbridos de tomate de crecimiento indeterminado con 3 portainjerto de aproximación.

## **1.2 Hipótesis**

No todos los híbridos de tomate se comportan de igual forma y como consecuencia no todos producen la misma cantidad y calidad.

## **1.3 Metas**

Lograr obtener mediante el presente trabajo información confiable acerca de los tres híbridos y portainjertos estudiados, con la finalidad de poder hacer recomendaciones acerca de esta investigación, y observar el cual satisfactorio es utilizar sustratos en híbridos y portainjertos.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del Tomate

#### 2.1.1 Origen del Tomate

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (infoagro,2007).

La palabra Tomate proviene del náhuatl "*xitli*" (ombligo) y "*tinatlm*" (tomati o tomatera), y es el nombre común que se le ha dado a una planta herbácea de tallo voluble, largo y cubierto por numerosos pelos. Las hojas son lobuladas con los bordes dentados. Las flores pentámeras se reúnen en ramilletes laterales y son amarillas. (Pertenece a la familia de las solanáceas, que incluye al tóxico beleño y a la letal belladona), algún audaz campesino maya se percató de que el fruto era comestible.

El coordinador de la revista Science, explica que las frutas y verduras que ahora consumimos no siempre fueron comestibles para el hombre: "Originalmente los tomates podrían haberse equiparado a unas bayas silvestres actuales; la evolución ha permitido

que estos frutos adquieran las características que precisamos para su consumo (Guzmán, 2001).

### **2.3 Clasificación taxonómica del tomate**

De acuerdo a Hunziker 1979 citado por Alcázar y Nuez (1995), la taxonomía generalmente aceptada es:

Nombre Científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Clase: *Dicotiledónea*.

Orden: *Solanales (Personatae)*.

Familia: *Solanaceae*.

Subfamilia: *Solanoideae*.

Tribu: *Solaneae*.

Género: *Lycopersicon*.

Especie: *esculentum*.

### **2.4 Descripción Morfológica del Tomate**

Chamarro (2001) describe las principales características morfológicas de la planta de tomate como a continuación se indica:

#### **2.4.1 Planta**

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

### **2.4.2 Indeterminadas**

Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada tres hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada tres hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

### **2.4.3 Determinadas**

Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

### **2.4.4 Raíz**

La función de la raíz del tomate es la absorción y transporte de nutrientes, así como el anclaje de la planta al suelo. El sistema radical está constituido por una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias. Internamente tiene bien diferenciadas tres zonas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular (Namesny, 2004).

La epidermis está especializada en la absorción de agua y nutrientes y generalmente tiene pelos absorbentes, que son extensiones tubulares de células epidérmicas. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex, que es un anillo de tres o cuatro células de espesor. La capa cortical más interna constituye la endodermis, que establece el límite entre la corteza o córtex y el cilindro central o vascular.

En las variedades cultivadas, la raíz puede extenderse superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanzar más de 0.5 m de profundidad. Generalmente el 70% de las raíces se localizan a menos de 20 cm de la superficie. Todas la raíces absorben agua, mientras los minerales se absorben por las raíces más próximas a la superficie (Nuez, 1995).

#### **2.4.5 Semilla**

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 3 x 2 x 1 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal esta constituida por un tejido duro e impermeable (Nuez, 2001).

#### **2.4.6 Tallo**

El tallo típico del tomate tiene 2-4 cm. de diámetro en la base, dependiendo de la variedad y el genotipo y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de esta se encuentra el cortex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. La capa cortical mas interna es la endodermis. (Nuez, 2001).

#### **2.4.7 Hoja**

La hoja del tomate está compuesta e imparipinnada, con folíolos 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. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

#### **2.4.8 Flor**

La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de colores amarillos y dispuestos 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. 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. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

#### **2.4.9 Fruto**

Es 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. 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 pedicular de unión al fruto.

### **2.5 Labores Culturales**

#### **2.5.1 Tutorado**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (guiado, anudado o sujeto mediante anillas) y del otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va guiando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento

existen tres opciones: A) Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción; B) Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad o C) Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

### **2.5.2 Poda de formación**

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos.

### **2.5.3 Poda de brotes axilares o destallados**

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable

realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

#### **2.5.4 Poda de hojas o deshojado**

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo. Pérez y Castro (1999) citados por Bautista y Alvarado (2006) mencionan que de no hacer esta práctica, se genera un microambiente de alta humedad en la parte inferior, que por un lado, es propicio para el desarrollo del tizón tardío y *botritis* y, por otra parte, disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de los frutos.

#### **2.5.5 Poda de brote apical**

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta, por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Pérez y Castro, 1999, citados por Bautista y Alvarado, 2006).

#### **2.5.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. Consiste en eliminar las flores y/o frutos de acuerdo al número de frutos por racimo previamente

determinado, de lo cual lo más usual es dejar cinco frutos por racimo |para indeterminados tipo bola, pues Muñoz (2003) afirma que al aclarar frutos se sacrifica rendimiento pero se gana calidad, siendo muy redituable.

### **2.5.7 Polinización**

En las variedades comerciales de jitomate a cielo abierto, las plantas se auto polinizan y no necesitan de polinizadores. La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13 y 24 °C y cuando la temperatura del día es de 15.5°C a 32°C temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche, provocan que las flores caigan sin tener fruto. En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días para asegurar la polinización, de otra manera también se puede realizar con un bat y moviendo las rafias con las que se guían. La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros, a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000, citados por Bautista y Alvarado, 2006).

### **2.5.8 Fertilización y Fertirriego**

González (1996) menciona que el costo de la fertilización en tomate representa entre un 4.5 y un 5.5 del costo total del cultivo, lo que es bajo, considerando su impacto en el rendimiento y también menciona algunos pasos para una fertilización adecuada en tomate como: a) Fertilizar en base a rendimientos esperados y con un adecuado balance de nutrientes. Cuidar relaciones Ca/K, Ca/Mg y K/Mg; b) Balance de

nitrógenos: Nítrico y amoniacal (ideal 50% y 50%) de nitrificación; c) Aplicar fuentes de potasio solubles y libres de calcio; d) Fertilización completa, con nutrimentos secundarios y micronutrientes; e) En su caso hacer análisis foliar, y también f) Parcializar la aplicación de nutrientes de acuerdo a época de uso en la planta.

Bautista (2006) mencionan que el cultivo de especies en invernaderos sobre sustratos inertes requiere un especial y preciso control del fertirriego. Esto se debe a que la capacidad de intercambio catiónico de estos medios de cultivos es muy baja. Esta situación se potencializa aún más cuando se cultiva en recipientes o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen limitado.

Al tratar este tema no se puede dejar de mencionar el pH, ya que este índice determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos, su asimilación por la planta, el crecimiento y desarrollo de las mismas; en general puede considerarse de 6.5 a 7.0 como un intervalo de valores normales. Sin embargo, cada cultivo tiene un intervalo de pH para su mejor desarrollo.

Así también otro aspecto de importancia es el monitoreo donde el uso de recipientes para el cultivo en invernadero permite la recolección de la solución nutritiva y su comparación con la solución nutritiva entrante. El monitoreo del volumen lixiviado, el pH, la CE y la concentración de nutrimentos en la solución lixiviada permite detectar si se están aplicando los fertilizantes y el agua en exceso o en deficiencia, por lo tanto permite ir corrigiendo el régimen de fertirriego.

### 2.5.8.1 Elementos nutritivos

Los elementos químicos que se encuentran en las células vegetales pueden ser muchísimos, pero el hecho de encontrar un elemento en alguna planta no es suficiente para concluir que sea esencial para la vida de ella, ya que los minerales son absorbidos principalmente por intercambio iónico del medio, de acuerdo a las leyes físicas y no a la importancia que tengan en el metabolismo. Los elementos de mayor importancia para la nutrición de ésta son los siguientes. (Rojas, 1982)

**Nitrógeno (N):** Este elemento forma del 16 al 18% de las proteínas y es el elemento principal del protoplasma (Rojas, 1982). El N es absorbido por las plantas casi exclusivamente en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) solubles en agua, las principales fuentes son Nitrato de potasio, Nitrato de calcio, Nitrato de sodio, Nitrato de amonio, Sulfato de amonio, Fosfato mono amónico (11-48-00) y Fosfato diamónico (18-46-00), y Urea, este último principalmente en la producción intensiva de forraje hidropónico (Sánchez y Escalante, 2001).

**Fósforo (P):** Forma los fosfatos de hexosas y triosas, ácidos nucleicos, coenzimas y transportadoras de energía. La energía celular depende del fósforo (Rojas, 1982). Este es asimilado por las plantas como un ión ( $\text{PO}_4^{3-}$ ); dentro de las fuentes solubles de fósforo se tienen: Superfosfato de calcio simple, Superfosfato de calcio triple, Fosfato de amonio, fosfato diamónico, y Ácido fosfórico, usado generalmente para corregir el pH (Sánchez y Escalante, 2001).

**Potasio (K):** Forma parte de enzimas activas en la fosforilación oxidativa y tal vez en la síntesis proteica (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son: Nitrato de potasio, Sulfato de potasio y Cloruro de potasio (Sánchez y Escalante, 2001).

**Calcio (Ca):** Se encuentra principalmente en la pared celular, también es cofactor de muchas enzimas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son, Nitrato de calcio, Superfosfato (simple y triple), Sulfato de calcio (yeso) y Cloruro de calcio (Sánchez y Escalante, 2001).

**Magnesio (Mg):** Es absolutamente esencial, pues forma el núcleo de la clorofila (Rojas, 1982). Son dos las fuentes principales de este elemento: Sulfato de magnesio (sal de epton) y Sulfato de magnesio (anhidro) (Sánchez y Escalante, 2001).

**Azufre (S):** Forma parte de las proteínas, pues es constituyente de las aminoácidos cistina, cisterna y metionina (Rojas, 1982). Normalmente el azufre es utilizado en forma de sulfatos ( $SO_4$ )-3. Sus principales fuentes son: Sulfato de amonio, Sulfato de potasio, Superfosfato, Sulfato de magnesio y Sulfato de calcio (Sánchez y Escalante, 2001).

**Hierro (Fe):** Forma el núcleo del fitocromo, tiene un papel fundamental en la fotosíntesis, pues forma parte de la ferredoxina (Rojas, 1982). Existen tres fuentes principales: Sulfato ferroso, Cloruro férrico y quelatos (Sánchez y Escalante, 2001).

**Manganeso (Mn):** Induce de modo desconocido la síntesis de la clorofila y se requiere para la evolución de  $O_2$  en la fotosíntesis (Rojas, 1982). Es proporcionado como Sulfato, Cloruro o quelatos de manganeso (Sánchez y Escalante, 2001).

**Boro (B):** Es esencial pero tiene un papel poco conocido, posiblemente en el transporte de hidratos de carbono. Hay deficiencias entre la deficiencia de Boro y la deficiencia de RNA en tomatero (Rojas, 1982). El Boro se asimila como borato ( $\text{BO}_3$ )- y sus principales fuentes son el ácido bórico y el bórax (tetraborato de sodio) (Sánchez y Escalante, 2001).

**Cobre (Cu):** Es elemento traza pero forma parte de enzimas, es esencial en la citocromo-oxidasa que permite la oxidación respiratoria final (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son el sulfato y Cloruro de cobre (Sánchez y Escalante, 2001).

**Molibdeno (Mo):** En pequeñísimas partes forma parte de la  $\text{NO}_3$  reductasa (Rojas, 1982). Se encuentra como impureza en otros fertilizantes y, por tanto, no requiere de ninguna fuente adicional (Sánchez y Escalante, 2001).

**Zinc (Z):** Componente de las deshidrogenasas. Se piensa que puede tener interrelación con la formación de reguladores del crecimiento (Rojas, 1982). Se aporta como Sulfato o Cloruro de zinc (Sánchez y Escalante, 2001).

Castellanos *et al.* (2000) reportan que el cultivo del tomate extrae 4.0 Kg. de Nitrógeno, 1.8 Kg. de Fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y 8.0 Kg. de Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) por cada tonelada de producción.

## **2.6 Fundamentos y principios básicos de los sustratos**

Los sustratos en los cultivos sin suelo, por su mayor uniformidad, residuo volumen, aislamiento y favorables condiciones físicas, permiten una más fácil actuación y estricto

control, con vistas a proporcionar a las raíces las condiciones óptimas para el desarrollo de sus funciones.

Parte de los carbohidratos sintetizados fotosintéticamente por la planta son utilizados posteriormente como fuente de energía para ciertas funciones, liberándola por procesos respiratorios. Pues bien en el ahorro de parte de esta energía se basa la superioridad teórica de los sistemas de cultivos sin suelo. La raíz tiene a su disposición el agua y los elementos nutritivos minerales en el equilibrio y concentración apropiados, lo que facilita su absorción y evita consumos de energía superfluos en vencer presiones osmóticas de soluciones con salinidad demasiado elevada, o antagonismos competenciales de equilibrio desajustados.

El manejo de un sistema de cultivo sin suelo ira encaminando a controlar las condiciones de la rizosfera, para que sean las más favorables en todo momento a las exigencias de la raíz, evitando oscilaciones o cambios perjudiciales a la fisiología de la planta.

## **2.7 Justificación para la Aplicación al Tomate de los sistemas de cultivos sin suelo**

Productividad y calidad son factores fundamentales en el cultivo del tomate para consumo en fresco y especialmente si es destinado a mercados distantes, para los que una buena llegada deberá ser garantizado con frutos consistentes y de larga duración.

Tradicionalmente los tomates más apreciados para la exportación ha sido en zonas áridas, con suelos y aguas de mala calidad, mientras que los suelos de mejor condición han sido destinados a otros cultivos, ya que para el tomate eran

desaconsejados por la poca consistencia de los frutos que se obtienen. Las producciones obtenidas con suelo y aguas de mala calidad no son todas cuantiosas que sería de desear y los frutos pierden calibre, lo que resulta lógico debido al estrés hídrico a que es sometida la planta a causa de la alta salinidad.

Con los sistemas de cultivo sin suelo podemos conseguir buena calidad con aguas buenas y buenas producciones con aguas mediocres, lo que explica que sea en el cultivo del tomate han encontrado su mayor aceptación y más rápida difusión. Estos resultados son posibles gracias a que podemos ajustar la conductividad eléctrica del sustrato actuando sobre el porcentaje de drenaje. Esto así es dentro de ciertos límites claro está, pues si bien la salinidad la podemos subir cuando queramos si el agua es buena, lo contrario no es posible y debemos aceptar un nivel mínimo de salinidad impuesto por la salinidad del agua utilizada. Ahora bien, al mantener este nivel sin variaciones apreciables, la planta se adapta y es capaz de soportar salinidades relativamente altas sin pérdidas de producción o calibre notables.

A excepción de la fertirrigación las prácticas culturales en tomate son semejantes en los cultivos con o sin suelo, pudiendo existir pequeñas diferencias según las características de cada sistema.

## **2.8 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

## **2.9 Clasificación de los sustratos**

Los sustratos pueden clasificarse en grupos de acuerdo a su origen y pueden ser: naturales, industriales y artificiales. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (García, 1996; Bures, 1997).

El uso de sustratos en la agricultura es común en cultivos intensivos, especialmente en invernadero, teniendo como ventajas principales que permite el: control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la cosecha, incremento en calidad del fruto y reducción de riesgos por enfermedades y plagas (Ansorena, 1994).

### **2.9.1 Sustrato Fibra de coco**

El polvo de coco o fibra de coco es un subproducto de la industria coprera que merece ser destacado, ya que se genera después de que el mesocarpio fibroso de coco ha sido procesado para obtener las fibras más largas, que se destinan a la fabricación de cuerdas, tapicería, etc. Mientras que las fibras cortas y el polvo se utilizan como sustrato. Actualmente en México hay empresas que usan toda la cascara de coco para la producción, el cual es troceado en pedazos pequeños, muy similar (en apariencia y

propiedades) a la fibra que se importa, por lo que este material es un sustrato muy prometedor para la horticultura protegida en México, dado su bajo costo; su facilidad de manejo, su sanidad y la excelente respuesta agronómica que ha mostrado en los cultivos en que se ha evaluado. En una evaluación realizada en el campo experimental Bajío del INIFAP (unidad de horticultura protegida) con fibra de coco presento una densidad media de 0.09 g/cm<sup>3</sup> con un rango de 0.07 a 0.10g/cm<sup>3</sup>; 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% , con un intervalo de 18 a 28%: un porcentaje de agua difícilmente disponible de 25%, con un rango que va de un 18 a 35%; mientras que el agua de reserva su media fue de 7.0% con un rango que va de 3 a 13%, la variación que se aprecia en el estudio se debe esencialmente a la variación en la granulometría de los materiales (Vargas et al.. 2007a).

En cuanto a las propiedades químicas de la fibra de coco, en condiciones vírgenes contiene una alta salinidad que puede ir de 3 a 6 dS/m en el extracto saturado. Esta salinidad corresponde principalmente a cloruro de potasio y de sodio, pero con un lavado, esta se elimina en el mismo saco de cultivo, antes de la plantación. Presenta una capacidad de intercambio cationico de 40 a 53 me/100g. es un material muy estable, pues puede durar hasta 3 años en explotación, solo haciendo la desinfección previa a cada cultivo, como en el caso de lana roca.

Dependiendo de la plantación, se usan seis plantas por saco o bien tres plantas con dos tallos cada una, si se trata de plantas injertadas. A los cuales se les da riego de 3 a 4 minutos en cada ocasión y teniendo en cuenta que hay seis goteros por cada saco de seis plantas, entonces se está aplicando unos 800 a 900 cm<sup>3</sup> por riego en cada

saco. Los riegos de tres minutos son para goteros de 3L/h y los de 4 minutos son para goteros de 2 L/h. en un principio bastara 2 riegos diarios, aunque en algunos casos con temperaturas frescas se puede prescindir se riego durante varios días y se irán incrementando conforme se desarrolla el cultivo, hasta llegar a una demanda pico de 5 o 6 L/m<sup>2</sup> de invernadero por día, en la época de máximo desarrollo.

## 2.10 El 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 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 sandia sobre porta injertos o patrones de calabaza (Lee, 2003). En europa, los horticultores holandeses practican esta técnica desde 1947 (Miguel, 1997).

### **2.10.1 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; Jeffree 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 Fernández, 2009; Miguel, 1997).

## **2.11 Propósitos del injerto**

### **2.11.1 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).

### **2.11.2 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 portainjerto 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), así como

también a la fortaleza de la nueva planta para tolerar ciclos largos de producción sin el detrimento que normalmente ocurre en el rendimiento en la planta no injertada.

### **2.11.3 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).

#### **2.11.4 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).

#### **2.11.5 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.

## **2.12 Problemas asociadas al injerto**

Existen varios problemas asociados con la labor de injertar, así como también con las plántulas injertadas, tales como: costo adicional de la plántula del portainjerto, cámara de prendimiento bien acondicionada, mano de obra entrenada, equipo para injertar y falta de experiencia en el manejo en operaciones de post injerto. Por lo cual es necesaria una prudente y adecuada selección del portainjerto. También es necesario considerar los cambios en la calidad del fruto. A partir del gran vigor que se puede desarrollar es importante considerar el manejo de la fertilización nitrogenada, debido a que llega a producirse un exceso en crecimiento vegetativo o vigor de planta (Lee, 1994; Lee et al, 1998; Lee y Oda, 2003), que eventualmente puede desencadenar en un descenso en el rendimiento, si el exceso de vigor no se maneja adecuadamente y oportunamente.

Sin embargo el problema más grave que enfrenta el injerto en tomate es sin duda el riesgo de una explosión de cáncer bacteriano, debido a que si una semilla, ya sea del portainjerto o de la variedad viene contaminada con *clavibacter* y no es desinfectada adecuadamente antes de la siembra, al momento de realizar el corte, se transmite la bacteria a otras plantas que no están infectadas y luego estas plantas son transferidas a condiciones de humedad relativa y temperatura que favorecen enormemente el desarrollo de esta enfermedad con lo que el problema se puede tornar muy grave. Posteriormente esas plantas infectadas son llevadas al invernadero para su plantación y explotación intensiva. Es por ello que se recomienda que toda la semilla que se va a injertar sea desinfectada en forma radical, independientemente de que la empresa

semillera indique que venga libre de clavibacter o que ya viene tratada, pues esto es muy difícil de comprobar mediante pruebas fitopatológicas.

### **2.13 Injerto de Aproximación**

Durante el periodo de prendimiento se mantienen los dos sistemas radicales (patrón y variedad), para ello se realizan los pasos siguientes:

1.- La variedad se siembra en bandejas, la pregerminación se realiza en cámara y se cultiva en invernadero a una temperatura entre 15-30°C.

2.- Posteriormente, a los 5-7 días se siembran los portainjertos en bandejas.

3.- Realizar el injerto cuando en el patrón aparezca el botón de la primera hoja verdadera y la variedad está desarrollada.

4.- Tomar con raíces la planta de patrón y variedad.

5.- Dejar o eliminar el brote del patrón, manteniendo siempre los cotiledones.

6.- Por debajo de los cotiledones del patrón se hace una incisión en diagonal hacia debajo de 1-1.5 cm. Hasta la mitad del tallo.

7.- En la zona de unión del injerto de la variedad se elimina la piel del tallo, luego se hace una incisión en diagonal de abajo hacia arriba que inicia 2 cm por debajo de los cotiledones.

8.- Se ensambla el patrón y la variedad y se sujeta la unión con pinza y cinta.

9.- El injerto se planta en bandejas con alveolos de mayor volumen, procurar que los tallos de ambas plantas queden algo separados para facilitar su corte posterior.

10.- Bajo tunelillos o cámaras de prendimiento mantener las plantas en condiciones de temperatura entre 25-30 °C y humedad relativa entre 80 a 90%.

11.- Airear o ventilar paulatinamente a partir de los 7 a 10 días.

12.- A los 14-16 días, por debajo del injerto cortar el tallo de la variedad. Si hubiere rebrotes del patrón eliminarlos.

13.- trasplantar a los 20-25 días del injerto.

#### **2.14 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.

## **2.15 Panorama de la Horticultura Protegida**

El desarrollo de cultivos protegidos se define como el sistema de producción que permiten modificar el ambiente natural el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento. Este sistema permite ofrecer productos de alta calidad, con mejores precios de venta y con mayores niveles de inocuidad. La horticultura protegida contribuye a sustentar y fomentar el desarrollo agroindustrial, a generar divisas y empleo para el país y una vida más digna entre la gente del medio rural (Sánchez, 2008).

### **2.15.1 Desarrollo de la Horticultura Protegida**

La horticultura protegida en México se ha venido desarrollando bajo condiciones muy heterogéneas, desde costosos invernaderos de vidrio, con muy elevadas inversiones que superan los 100 US\$/m<sup>2</sup>, hasta económicas instalaciones como las denominadas “casa sombras” con costos de 4 a 7 US\$/m<sup>2</sup>. en una encuesta con una serie de actores de la horticultura protegida en México, se estimó que la superficie de invernaderos, incluidas las casas sombras, asciende a 8,934 ha, superficie estimada al mes de junio de 2008.

## **2.16 Las mallas sombras en los cultivos protegidos**

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 de 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. Sin embargo, los diferentes tipos de mallas tienen diversa utilidad en la horticultura protegida por ejemplo los hay para sombreaderos, invernaderos híbridos, protección antiafidos, y casas sombras, de diferentes modelos y características. El uso de casas sombras 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. Es por ello conveniente que se consideren todos los factores antes de tomar una decisión importante al respecto. Definitivamente hay zonas propicias para cada construcción hortícola, una casa sombra es apropiada en general, para zonas cálidas y secas. La lluvia es el principal enemigo de las casas sombras, debido a los daños fitopatológicos que se generan. Las casas sombras se han establecidos en gran medida en más de 4 mil hectáreas sobre todo en el noroeste del país en los estados de Sinaloa, Sonora, Baja California Norte y Sur, San Luis Potosí y La Comarca Lagunera. Todas estas regiones se caracterizan por el mínimo de lluvias en el periodo de producción y temperaturas apropiadas.

### **2.16.1 Dimensiones**

Las dimensiones de la casa sombra pueden adaptarse al objetivo de los proyectos. Es posible crear estructuras para huertos familiares, para pequeñas unidades de autoconsumo o de mercado local, hasta escalas comerciales de exportación. La separación entre postes es normalmente de 4 a 8 m, con una altura mínima de 3 m. El grosor de los tubulares puede ir de 1 a 3 pulgadas de diámetro ó

lado. La superficie de los proyectos va normalmente desde 300 a 50 000 metros cuadrados. La forma del piso de la casa sombra puede ser cuadrado ó rectangular. Asimismo, y en correspondencia la forma del techo puede cuadrada ó rectangular, con la variante de que puede tener forma plana ó piramidal (2 aguas). En este último caso es posible tener diferentes inclinaciones en el techo. Es importante señalar que las mayores ventajas agronómicas se tienen con unidades pequeñas, hasta de 10 000 m<sup>2</sup>, y con formas rectangulares y techos piramidales.

### **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), 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 tomatera VIGO, localizado en el Km de la carretera Torreón-San Pedro, en el ejido el Pilar, en 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, con 9 ha y estructura metálica, y cubierto de malla color blanca. La parte aérea era de doble forro esto porque es donde se sujetaban las rafias para el amarre de la planta de tomate ya que era indeterminado. El sistema de riego fue por goteo.

### 3.4 Genotipos y Portainjertos

Se evaluaron tres portainjerto con tres genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y de injerto de aproximación y los cuales se caracterizan por su óptima calidad y rendimiento, los genotipos fueron: SAHEL, MANTARO Y ANIBAL. Y los portainjertos fueron: TR-43437, RT160961 y RESISTAR 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 Genotipos

**Sahel:** Variedad de tomate saladette. Ofrece alto rendimiento, fruto de buena calidad, brillo y firmeza a lo largo de la temporada. Ideal para el mercado nacional y de exportación. Fruto extra grande a grande y maduración de ciclo medio. Alta resistencia: VI, 2, Fol-1,2, TMV, Ss y For; con resistencia intermedia a N. Ha prosperado muy bien en el Norte Centro de México, se puede adaptar bien a otras regiones, es muy tolerante al calor.

**Mantaro:** Variedad de Tomate saladette Indeterminado y planta de muy buen vigor y continuidad los frutos de tamaño grande, excelente maduración, frutos muy uniformes y de buena firmeza se considera a la Planta de buena cobertura.

**Anibal:** Variedad de tomate saladette. Planta de buen vigor. Fruto oval-cuadrado, buena firmeza y uniformidad en forma y tamaño. Produce altos rendimientos de tomate extra-grandes, de excelente maduración. Presenta resistencia a: V, FF, ToMV, Ma, Mi, Mj y resistencia intermedia a TYLCV. Es adecuado para zonas de Sinaloa. La paz,

Morelos, Bajío, Puebla y Veracruz. Se adapta bien a invernaderos de media y baja tecnología.

### **3.4.2 Portainjertos**

TR-43437, RT160961 Y RESISTAR

El injerto fue de aproximación

### **3.5 Sustratos**

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizaron un tipo de sustrato la fibra de coco.

Este sustrato se utilizó en las investigaciones antes mencionadas, el cual fue previamente lavado antes del trasplante de la plántula.

### **3.6 Diseño Experimental:**

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño aumentado completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los tratamientos híbrido como factor A: SAHEL, MANTARO Y ANIBAL y portainjerto B: RT160961, RESISTAR y TR-43437.

### **3.7 Fertilización y Fertirriego**

#### **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 que en sustrato. A mayor rendimiento, la planta tiene un mayor consumo nutricional, por lo que resulta evidente que un rendimiento mayor de fruta exigirá una mayor dosis de fertilización.

**Cuadro 3.1** Extracción nutricional 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.

Nutrientes	Consumo Neto		Fertilización. Kg/ha/día	
	Kg/t*	Kg/ha	Crecimiento	Producción
N	2.1	630	1.5-3.5	3.5-4.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.7	210	0.8- 1.2	1.0-1.5
K <sub>2</sub> O	4.4	1320	2.5-5.0	6.0-7.0
Ca	2.3	690	1.5-3.5	3.0-4.0
Mg	0.4	120	0.4-0.8	0.7-0.9

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

**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 Kg/ha	Sustrato
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 Riego y Drenaje

#### 3.8.1 Riego

Este se realizó mediante el sistema de goteo y programación vía computacional, como inicio del experimento se regaron las cunetas de sustrato, hasta que estas empezaron a drenar, para después programar los riegos en función del sustrato, del tiempo atmosférico y por supuesto las necesidades de la planta. El gasto que arrojó cada gotero fue de... ml. En... minutos de riego, aspecto que se mantuvo constante durante todo el experimento. Los riegos consistieron en un riego cada hora con una duración de 60 minutos cada uno. Como ya se menciona en el riego se incluyó la fertilización.

### **3.8.2 Drenaje**

Este se llevaba a cabo mediante orificios en las cunetas en igual número y dimensiones para todos los tratamientos, hechos en la parte inferior de las cunetas, que contenían el sustrato, así también mediante una canaleta de plástico que estaba debajo de la cuenta del sustrato, donde coincidían los escurrimientos y por donde escurrían hacia una zanja que al final una parte se iba al exterior de la casa sombra y la otra parte se evaporaba y era absorbida por el suelo.

## **3.9 Manejo del Cultivo**

### **3.9.1 Entutorado**

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, iniciándose cuando la planta alcanzo una altura de 30 cm con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo y/o sustrato. Esta labor se llevó a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, para posteriormente y conforme la planta presentó crecimiento.

### **3.9.2 Bajado de plantas**

Con la finalidad de por un lado facilitar la toma de datos, polinización y cosecha, y por otro evitar que la planta se encuentre en la zona de máxima acumulación de calor de la casa sombra (zona alta) se realizó esta actividad, bajando todas plantas en una misma dirección y cruzadas entre ellas por cuestiones de estética, pero sobre todo para tenerlas plenamente identificadas a cada una y para facilitar el cultivo.

### **3.9.3 Polinización**

Esta labor se realizó con abejorros *Bombus*, este visitaba entre 6 a 10 flores por minuto, de manera que la colmena llegaba a visitar entre 25 a 50 mil flores diariamente en promedio. Esta es la mejor opción en estas casas sombras debido al número de plantas que se localizan en estas.

### **3.9. Cosecha**

Esta actividad se realizó una vez por semana, cuando empezaba y cuando la producción se encontraba al 100% asistíamos 2 o tres veces a la semana, se cosecharon los frutos con una maduración entre rojo y verde el fruto, este 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.

### **3.10 Variables evaluadas en tomate**

Las variables evaluadas fueron altura de planta (en cm) longitud de hoja, diámetro de tallo, rendimiento 5, 10,15 y rendimiento (en ton ha), los tres primeros fueron medidos semanalmente. En cuanto a la calidad, ésta fue cuantificada al medir las variables de diámetro polar y ecuatorial (vernier), rendimiento y peso de fruto (báscula granataria de precisión de hasta 600 g).

### **3.11 Análisis Estadístico**

Se realizó el análisis de varianza para determinar presencia o ausencia de diferencias significativas en híbrido y portainjerto, cuando 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 Calidad del fruto

#### 4.1.1 Diámetro polar.

El análisis de varianza presento significancia ( $p \leq 0.05$ ), en el híbrido, y no presento significativas en el portainjerto (Cuadro 1A) Mostrando una media general de 5.80 mm y un coeficiente de variación de 8.55 %. El híbrido de mayor diámetro polar fue el híbrido Aníbal con 7.03 mm y significativamente diferente a los otros híbridos. Estos resultados difieren a los obtenidos por Lara (2005) y García, (2006), quienes reportan 6.9 cm y 5.7cm respectivamente.

**Cuadro 4.1** Medias para la variable diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011.

Híbrido	Niveles de significancia	
Aníbal	6.86	A
Sahel	5.35	B
Mantaro	5.17	B
Media	5.8	

#### 4.1.2 Diámetro ecuatorial.

Esta variable no se presento diferencia significativa en el híbrido, y el portainjerto. Mostrando una media general de 3.80 mm y un coeficiente de variación de 18.3 %.

#### 4.1.3 Rendimiento corte 5

Esta variable no se presentó diferencia significativa en el híbrido, y el portainjerto. Mostrando una media general de 16.00 t/ha y un coeficiente de variación de 53.26 %.

#### 4.1.4 Rendimiento corte 10

Esta variable no se presentó diferencia significativa en el híbrido, y el portainjerto. Mostrando una media general de 31.12 t/ha y un coeficiente de variación de 24.66 %.

#### 4.1.5 Rendimiento corte 15

El análisis de varianza presentó significancia ( $p \leq 0.05$ ), en los híbridos y no presentó significancia el portainjerto (Cuadro 2A). Mostrando una media general de 40.45 t/ha y un coeficiente de variación de 18.86%, el híbrido de mayor rendimiento fue el híbrido Sahel con 70.58 t/ha, y significativamente diferente a los otros híbridos.

**Cuadro 4.2.** Medias para la rendimiento en ton/ha corte 15 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011.

Híbrido	Niveles de significancia	
Aníbal	28.80	B
Sahel	62.63	A
Mantaro	29.93	B
Media	40.45	

#### 4.1.6 Rendimiento Total

El análisis de varianza presentó alta significancia ( $p \leq 0.01$ ), en el híbrido y no presentó significancia el portainjerto (Cuadro 3A). Mostrando una media general de 42.20 t/ha y un coeficiente de variación de 21.05%, el híbrido de mayor rendimiento fue

el híbrido Sahel con 79.775 t/ha, y significativamente diferente a los otros híbridos. Para una producción exitosa se debe producir 200 toneladas por hectárea por año Cotter y Gómez, (1981).

**Cuadro 4.3.** Medias para la variable rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011.

Híbrido	Niveles de significancia	
Anibal	31.58	B
Sahel	70.48	A
Mantaro	33.54	B
Media	45.20	

## 4.2 Altura de la planta.

Esta variable no se presento diferencia significativa en él híbrido y el portainjerto. Mostrando una media de 152.55 cm y un coeficiente de variación de 31.03%.

### 4.2.1 Diámetro del tallo.

Esta variable no presento diferencia significativa en el híbrido y el portainjerto. Mostrando una media general de 13.33 mm y un coeficiente de variación de 16.48

### 4.2.2 Longitud de Hoja

Esta variable no presento diferencia significativa en el híbrido y en el portainjerto. Mostrando una media de 39.11cm y un coeficiente de variación de 13.99%.

## **V.- CONCLUSIONES.**

De acuerdo al análisis de varianza en el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

Para la variable de diámetro polar existe una significancia en el híbrido y no presentando significancia en el portainjerto, el híbrido con mayor diámetro fue Anibal con 7.03 mm, mientras que el híbrido Sahel con el portainjerto Resistar presentó menor diámetro polar con 4.70 mm. A diferencia del diámetro ecuatorial no hubo significancia en ningún híbrido. En la variable rendimiento total el análisis de varianza presento alta significancia ( $p \leq 0.01$ ), en el híbrido y no presento significancia el portainjerto, y en el rendimiento 15 presento significancia el híbrido de mayor rendimiento fue Sahel. Mientras que el que tuvo menos rendimiento fue el híbrido Anibal.

En las variables de altura de planta, diámetro de tallo y longitud de hoja no se presento ninguna significancia. La altura de la planta continuo su desarrollo hasta la fecha que dejamos de tomar datos tenemos esas medidas, ya que la planta era de crecimiento indeterminado.

El portainjerto reacciono de igual manera en todos los híbridos, lo cual concluimos que el portainjerto no influyo en los resultados obtenidos

De acuerdo a los resultados de esta investigación los híbridos de mayor rendimiento lo presento el híbrido Sahel con 79.7752 t/ha. Esto puede ser recomendado para la producción comercial en sustrato de fibra de coco bajo condiciones de casa sombra ya que fuera el que mejor se adapto y el mejor rendimiento de acuerdo a su alta significancia.

## VI LITERATURA CITADA

Anónimo (2010), El cultivo del tomate. Infoagro.com. (En línea) (México). <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>. (Consulta: 20/09/11)

Anónimo 2006. Guías de proyección y consejos, 2006. Propiedades curativas del tomate. [http://www.guiapractica.cl/consejos/index.php?Ef\\_action=detalis&listing\\_id=353&category\\_id=07](http://www.guiapractica.cl/consejos/index.php?Ef_action=detalis&listing_id=353&category_id=07). Consultado el 28 de septiembre del 2011

Ahn, S.J., Y.J. Im., G.C. Chung, B.H. Cho y S.R. Suh. 1999. Physiological responses of grated-cucumber leaves and rootstock roots affected by low temperatura. *Sci. Hortic.* 81: 397-408.

Asao, T., N. Shimizu, K. Ohta y T. Hosoki. 1999. Effect of rootstocks on the extensión of harvest period of cucumber (*Cucumis sativus L.*) grown in no-renewal hydroponics. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 68: 598-602.

Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. de México. pp. 3-16, 103-233

Biles, C. L., R.D. Martyn y H.D. Wilson. 1989. Isozymes an general proteins from varius watermelon cultivars and tissue types. *Hort. Sci.* 24: 810-812.

Blanc, D. (1987). Les cultures hors sol. INRA, parís.

Bletsos, F., C. Thanassoulououlos y D. Roupakias. 2003. Effect of grafting on growth yield, and *Verticillium* wilt of eggplant. *Hortsci.* 38: 183-186.

Bures, S. 1997. Sustratos Ediciones agronómicas S. L., Madrid, España.

Camacho, F. F. y E. J. Rodriguez. 2009. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandia bajo plastic sobre la produccion, precocidad y calidad del fruto en almeria.

Canovas, F.; Diaz, J.R. (1983). Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especializacion. IEA/FIAPA. Almeria.

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 hortícola en invernadero. INICAPA, México.

Cotter. D.J., and Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 Pp. 4 u. New México, USA.

Chamorro L. J. 1995. Anatomía y Fisiología de la planta. *In*: F.Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 45-66.

Chung H.D. y Y.J. Choi. 2002. Growth on varying soil EC and selection of salt-tolerante rootstock of tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 536-544.

Dieleman, A. y E. Heuvelink. 2005. Gebriuk van onderstammen bij vruchgroenten. Planta Res. Inter. Nota 367. 1-37

Enrique Peña, octubre 2008, <http://www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1422> citado el 12 de noviembre del 2011 a las 11:20pm.

García, C., R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Universidad autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, Edo. De 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.

González, F. 1996. "Fertilización, éxito agronómico, éxito económico". En Revista Hortalizas, Frutas y Flores. México. Julio. pp. 17-20

Hunziker, A.T. (1979). South American Solanaceae: a synoptic survey. In: "Hawkes, J.G.;Lester, R.N.; Skelding, A.D.(Eds.). The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York & London": 4985.

Literatura citada injertos

Guzmán, Angélica Guzmán López Beatriz, 2001, [Ahttp://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi\\_biosfera/flora/tomate/tomate.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/flora/tomate/tomate.htm)ngélica Guzmán López. Consultado el 25 de Agosto del 2011

Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T, Davies, Jr. y R.L. Geneve. 2002. *Planta propagation, principles and practices*. 7<sup>th</sup> ed. Prentice hall. N.J., USA. 880p.

Heuvelink, E. y R. P. M. Buikool, 1995. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. *Ann. Bot.* 75: 381-389.

Hoyos, P. 1996, parámetros de calidad de plántulas hortícolas. Pp. 53-57. En: II Jornada sobre semillas y semilleros hortícolas. Congresos y jornadas 35/96. Junta de Andalucía- consejería de agricultura y pesca, Sevilla, Es.

Jeffrey C. E., y M.M. Yeoman. 1982. Developmente of intercellular connections between opposing cells in a graft union. *New phytol.* 1983: 491-509.

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.

Kubota, C., M. A. McClure, B. N. Kokalis, M.G. Bausher y E. N. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use and current tecnology 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

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.

Muñoz, J. J. 2003. "La producción de plántula en invernadero". En J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos *Manual de producción hortícola en invernadero*. INCAPA. México. pp. 187-225.

Muñoz, J. J. 2003. " La producción de plántula en invernadero". En J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 187-225

Namesny, A. 2004, Tomates producción y comercio, Ediciones de Horticultura Barcelona España, pp. 11-157

Nuez, F. 2001. El cultivo del jitomate. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate, Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona España, pp. 15-766

Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Ext. Bull. Food y Fert. Tech. Center. 480:1-11.

Ojodeagua, J.L., J.Z. Catellanos, J.J.Muñoz, G.E. Alcantara, 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.

Santibáñez, E. 1992. La comarca Lagunera, ensayo monográfico. Tipográfica Reza S. A. Torreón, Coahuila, México. pp. 14

Rivero R.M., J. M. Ruiz, E. Sanchez, y L. Romero. 2003<sup>a</sup>. Does grafting provide tomato plants an advantage against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production under condition of termal 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.

Rojas, M. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Edit. McGRAW-HILL. México D. F. pp.- 108-118

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 ad yield in grafted melón plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scie. Hortic.* 71: 227-234.

Sánchez, F. y Escalante, E. R. 2001. Hidroponía principios y métodos de cultivos. Tercera edición. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 119-151

Sánchez del C.F. 2008b. Propuesta de diseño agronómico de los invernaderos para distintas regiones del país. *In*: Modulo II. Diseño agronómico y manejo de invernaderos. Primer curso de especialización de horticultura protegida. Departamento de fitotecnia, UACH.

Santa-Cruz A., M. M. Martínez, 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.

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.

Vargas, T.P., J. Z. Castellanos, G. P Sánchez, C.L. Tijerina, R.R.M. López, J.L. Ojo de agua, 2007a. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. *Fitotecnia mexicana*.

Ansorena, M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi Prensa. pp 107- 109.

**VII APENDICE**

**Cuadro 1A.** Análisis de varianza para variable diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	0.14	0.07	0.29	A
Hibrido	2	5.16	2.58	10.50	B
Error	4	0.980	0.24		
Total	8	6.29			
C.V		8.55			
Media		5.80			

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	1.09	0.54	1.16	NS
Hibrido	2	0.54	0.27	0.58	NS
Error	4	1.88	0.47		
Total	8	3.53			
C.V		18.03			
Media		3.80			

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza para variable rendimiento 5 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	230.5294	115.264	1.59	NS
Hibrido	2	32.2097	16.1048	0.22	NS
Error	4	290.69351	72.673		
Total	8	553.4327			
C.V		53.2665			
Media		16.00418			

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza para variable rendimiento 10 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	100.0311	50.015	0.85	NS
Hibrido	2	640.484	320.242	5.43	NS
Error	4	235.797	58.9493		
Total	8	976.3132			
C.V		24.6644			
Media		31.1292			

**Cuadro 5A.** Análisis de varianza para variable rendimiento 15 en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	188.17	94.08	1.62	A
Hibrido	2	2214.77	1107.38	19.01	B
Error	4	233.01	58.25		
Total	8	2635.96			
C.V		18.86			
Media		40.45			

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza para variable rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011..

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	212.70	106.35	1.17	A
Hibrido	2	2880.83	1440.41	15.90	B
Error	4	362.47	90.61		
Total	8	3456.01			
C.V		21.05			
Media		45.20			

**Cuadro 7A.** Análisis de varianza para variable altura de planta en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	4374.22	2187.11	0.98	NS
Hibrido	2	7230.88	3615.44	1.61	NS
Error	4	8967.11	2241.77		
Total	8	20572.22			
C.V		31.036			
Media		152.55			

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza para variable diámetro del tallo en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	2.0000	1.0000	0.21	NS
Hibrido	2	2.66666667	1.33333333	0.28	NS
Error	4	19.3333	4.8333		
Total	8	24.00000			
C.V		16.48863			
Media		13.33333			

**Cuadro 9A.** Análisis de varianza para variable longitud de hoja en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F. Calculada	Sig.
Portainjerto	2	38.88	19.44	0.65	NS
Hibrido	2	0.22	0.11	0.00	NS
Error	4	119.77	29.94		
Total	8	158.88			
C.V		13.99			
Media		39.11			