

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE TRES HIBRIDOS Y TRES  
PORTAINJERTOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.).**

**P O R:**

**FERNANDO BARAJAS ESCARCEGA**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO DICIEMBRE DEL 2012**

TESIS FERNANDO BARAJAS ESCARCEGA

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DE C. FERNANDO BARAJAS ESCARCEGA QUE SE SOMETE A  
CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

**ASESOR PRINCIPAL**

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

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. HORACIO ESCARCEGA ARTEAGA**

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JOSÉ CORTEZ AYALA**

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ESTEBAN TAVEJA CHÁVEZ**

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



**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO DICIEMBRE DEL 2012**



TESIS FERNANDO BARAJAS ESCARCEGA

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

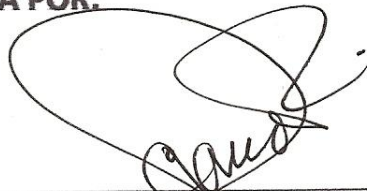
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DE C. FERNANDO BARAJAS ESCARCEGA QUE SE SOMETE A  
CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

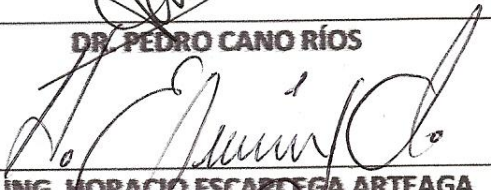
**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE**



**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**VOCAL**




**ING. HORACIO ESCARCEGA ARTEAGA**

**VOCAL**



**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**VOCAL**



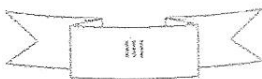
**DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ**

**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO DICIEMBRE DEL 2012**



## **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.

### **A MIS AMIGOS DE GENERACION**

Que formaron parte de mi familia universitaria compartiendo con ellos momentos inolvidables dentro y fuera, por su apoyo en todo momento que los necesite desde los más fácil hasta los mas difícil.

### **MIS PROFESORES**

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 MI MADRE

**ROSA MARIA ESCARCEGA ARTEAGA** quien fue la persona que me dio la vida, la persona que me abrió la puerta para que yo eligiera mi camino. Porque aparte de ser mi madre, es mi amiga, la persona en las que mas confié. La que me vio caer y con su voz, con sus consejos me ayudo a levantarme y seguir adelante. La que me enseñó que la vida no es fácil pero todo tiene solución. Puedo desir muchas cosas y jamás acabare pero por todo eso. **GRACIAS MAMA**

### A MI ABUELA

**MARÍA GUADALUPE CONCEPCIÓN ARTEAGA MEDINA** quien fue un gran apoyo durante toda la carrera apoyándome en momento difíciles de la carrera y de mi vida. **GRACIAS ABUELA**

### A MI TÍO

**HORACIO ESCARCEGA ARTEAGA** quien me apoyo en la carrera con lo técnico que necesité durante mi carrera con este trabajo en el cual el colaboro por su forma de hacer saber las cosas estuvieran bien o mal. **GRACIAS TIO**

A toda mi familia sin excepción quienes forman parte de mi vida muchas gracias

Y por último a la persona a la que más se la quiero dedicar es a mi abuelo **JOSÉ MANUEL ESCARCEGA DE LA ROSA** que desde donde este me está cuidando y me está viendo con un triunfo más en mi vida. gracias por ser el mejor abuelo.



**AGRADECIMIENTOS**

**DEDICATORIAS**

**ÍNDICE**

**ÍNDICE DE APÉNDICES**

<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1.- objetivos	2
1.2.- hipótesis	2
1.3.- metas	2
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1.-generalidades 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.-Semilla	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
2.3.9.-Contenido nutrimental	13
2.4.- generalidades de casa sombra	13
2.5.- exigencias de clima	14
2.5.1.- temperatura	14
2.5.2.-humedad relativa	15
2.5.3.-luminosidad	18
2.5.4.-radiacion	18
2.5.5.-contenido de dióxido de carbono en el aire	19
2.6.- injerto	20
2.6.1.- tipos de injerto	21
2.6.2.- proceso de unión	22
2.6.3.-propocito del injerto	22
2.6.4.-el uso del injerto en México	25
2.7.- soluciones nutritivas	25
<b>III.-MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
3.1.-localisacion geográfica	28
3.2.- localización del experimento	28
3.3.- tipo y condiciones de la casa sombra	28
3.4.- híbridos y portainjertos	29
3.5.- cosecha	31
3.6.- fertiriego	31
3.7.- diseño experimental	33

3.8.- variables evaluadas	33
3.9.- análisis estadístico	33
<b>IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>35</b>
4.1.- fruto grande	35
4.2.- fruto mediano	35
4.3.- fruto chico	36
4.4.- rendimiento acumulativo 5 <sup>to</sup> corte	36
4.5.- rendimiento acumulativo 10 <sup>mo</sup> corte	37
4.6.- rendimiento acumulativo 15 <sup>vo</sup> corte	37
4.7.- rendimiento total	38
4.8.- diámetro de tallo	38
4.9.- longitud de la hoja	38
4.10.- diámetro polar	39
4.12.- diámetro ecuatorial	39
4.13.- sólidos solubles	39
<b>V.- CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>VI.- LITERATURA CITADA</b>	<b>41</b>
<b>VII.- APÉNDICES</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE APÉNDICES

---

<b>Apéndice 1.</b> Análisis de varianza para la variable frutos grandes en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	44
<b>Apéndice 2.</b> Análisis de varianza para la variable frutos medianos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	44
<b>Apéndice 3.</b> Análisis de varianza para la variable frutos chicos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	44
<b>Apéndice 4.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento al 5 <sup>to</sup> corte en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo-mayo julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	45
<b>Apéndice 5.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento al 10 <sup>mo</sup> corte en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo-mayo julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	45
<b>Apéndice 6.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento al 15 <sup>vo</sup> corte en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo-mayo julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	45
<b>Apéndice 7.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	46
<b>Apéndice 8.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	46
<b>Apéndice 9.</b> Análisis de varianza para la variable longitud de la hoja en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	46
<b>Apéndice 10.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	47
<b>Apéndice 11.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012	47

---



---

**Apéndice 12.** Análisis de varianza para la variable grados brix en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

---

47

## RESUMEN

La producción de tomate en casa sombra con riego por goteo, en suelo permite que las plantas desarrollen un mejor rendimiento. Durante mayo, junio y julio del 2011 se estableció un experimento de tomate con el objetivo de seleccionar que híbridos en los portainjertos VIGOSTAR9, MTR-013 Y PALO VERDE daba mejores rendimientos en condiciones de casa sombra y suelo.

La plantación se realizo entre planta y planta 40 cm, y teniendo así 1.80 cm entre surco y surco, los híbridos evaluados fueron: V301, PLUMTY Y ERMA 4706 en suelo, en el periodo de Mayo-julio del 2011 en la empresa AGRODESERT. La siembra se llevo a cabo en abril mientras que el trasplante en mayo.

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

El estudio fue realizado en el ejido la victoria, carretera la rosita-finisterre san Pedro, Coahuila, los tratamientos fueron distribuidos completamente al azar, identificando los tratamientos como hibrido como factor A: ERMA4706, PLUMTY y V301 y portainjerto B: PALO VERDE, MTR 013 y VIGOSTAR9 y, los tratamientos evaluados fueron: rendimiento y calidad.



Se presentaron altas significancia en la variables fruto grande y rendimiento total. Habiéndose realizado este experimento con factibilidad y buenos resultados.

**Palabras claves.** Tomate, Roma Indeterminado, Portainjerto, Hibrido, Rendimiento y Calidad.

## I. INTRODUCCIÓN

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 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 el portainjerto VIGOSTAR9, MTR-013 Y PALO VERDE con 3 diferentes híbridos de tomate bajo condiciones de casa sombra, con la finalidad de seleccionar los híbridos con mayor rendimiento y calidad.

### **1.2 Hipótesis**

Alguna de las combinaciones del experimento tiene mayor calidad y rendimiento bajo condiciones de casa sombra.

### **1.3 Metas**

Mediante el trabajo presentado, lograr que la información obtenida acerca de los portainjertos VIGOSTAR9, MTR-013 Y PALO VERDE evaluado con 3 diferentes híbridos, sirva como una guía para recomendaciones de investigación en cuanto a su rendimiento en suelo bajo condiciones de casa sombra.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del Tomate

**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 tomate, 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

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 formación 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 (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. Resultado de la temperatura en la germinación de la semilla de tomate.

Influencia de la temperatura sobre el tiempo a emergencia (Jones, 1999)	Temperatura	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).

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 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 agridulce (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).

**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).

**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 varia, 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 mas grandes en las etapas iniciales), la posición del racimo en la planta (los primeros racimos tendrán frutos mas grandes) y la actividad fotosintética (Castellanos, 2009).

**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

En el cuadro 2.2 se puede apreciar la composición nutricional del fruto de tomate.

Composición nutricional del tomate. USDA (2000).

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

**Casas 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).

## **2.5 EXIGENCIAS DE 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

### **2.5.1 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.

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>, 2001).

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).

## **2.5.2 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

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).

### **2.5.3 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).

### **2.5.4 RADIACIÓN**

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 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)

#### **2.5.5 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).

## 2.6 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).

### **2.6.1 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).



### **2.6.2 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 cayó 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 Rodríguez, 2009; Miguel, 1997).

### **2.6.3 PROPÓSITOS DEL INJERTO**

#### **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 traslocados al portainjerto (Oda, 1999). El porta injerto es el responsable de la tolerancia al patógeno en cuestión (Lee, 1994).

### **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 nutrimentos, 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 2.3. 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

### **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).

### **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).

### **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.

#### **2.6.4 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.

#### **2.7 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 prerrequisito 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  $(\text{KCl})$ .

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  $(\text{SO}_4)$ , se encuentra en: sulfato de amonio y de potasio, superfosfato, sulfato de magnesio (sal de Epson  $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ ), que proporciona el magnesio necesario.

El boro, zinc, manganeso, cobre, fierro, moliteno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser toxico. Las fuentes empleadas son: 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 hierro. 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 AGRODESERT, localizado en el Km de la carretera Rosita-Finisterre, en el ejido la victoria, San Pedro, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera.

#### **3.3 TIPO Y CONDICIONES DE LA CASA SOMBRA**

El experimento se realizo bajo la casa sombra número 6 de AGRODESERT. 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 HÍBRIDOS Y PORTAINJERTOS**

Se evaluaron tres portainjertos con 3 diferentes híbridos de tomate de crecimiento indeterminado, usando injerto de aproximación, los portainjertos fueron VIGOSTAR9, MTR-013 Y PALO VERDE, y sus 3 híbridos fueron: V301, PLUMTY Y ERMA 4706 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 VIGOSTAR9**

Es un portainjerto para cultivos de tomate. Su vigor de planta es muy vigoroso. Ha demostrado la habilidad de mejorar el vigor y la productividad de plantas de tomate.

Su larga lista de resistencias de vigostar9 le hace ser un porta-injerto con propósito doble ya que puede ser utilizado para mejorar natural de la variedad de tomate y como suplemento al aportar resistencia adicional a enfermedades.

Resistencias: marchitez por fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici y virus del mosaico de tomate.

#### **3.4.2 MTR-013**

Es un portainjerto desarrollado para el cultivo de tomate así como para berenjena. Es especialmente bueno por su resistencia a la marchitez por *verticillium* y a cultivo continuo de berenjena.



Multi resistencias a virus, a nematodos, marchitez por fusarium raza 1 y 2 y por *verticillium* así como resistencia a virus del mosaico de tomate.

### **3.4.3 PALO VERDE**

Porta-injerto de vigor mediano con un paquete excelente de resistencias a enfermedades, se puede injertar con un híbrido muy vigoroso.

### **3.4.4 V301**

Excelente sistema radicular; frutas firmes con larga vida de anaquel y planta

Vigorosa con buena cobertura.

Resistencia a virus del mosaico del tomate, fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici 1,2,3, y virus del mosaico del tabaco.

### **3.4.5 PLUMTY**

Tomate saladette indeterminado altamente productivo ideal para producción en invernaderos pasivos, frutos de grandes a chicos de gran calidad preferidos por los consumidores.

### **3.4.6 ERMA 4706**

Su planta de buen vigor, indeterminada, fuerte con sistema radicular amplio que le permite soportar cosechas sin problemas en temperaturas cálidas, con buena cobertura foliar. El fruto es firme y con buen cierre apical, hombros claros, tamaño promedio grande de 260 gr, buena vida de anaquel.

### 3.5 COSECHA

Esta actividad se realizó una vez por semana, comenzando el 15 de julio del 2011, cuando empezaba y cuando la producción se encontraba al 75% se asistía 3 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.

### 3.6 FERTIRIEGO

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 prerrequisito 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 ( $\text{KCl}$ ).

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 ( $\text{SO}_4$ ) $\equiv$ , 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, moliteno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser toxico. 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 zin y las mezclas de zinc con nitrógeno como fuente del zinc, el sulfato ( $\text{MnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ),

cloruro ( $\text{MnCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 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 hierro. 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.

### **3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL**

En este experimento se utilizo un completamente al azar identificando los tres portainjertos VIGOSTAR9, MTR-013 Y PALO VERDE y los tres híbridos V301, PLUMTY Y ERMA 4706.

### **3.8 VARIABLES EVALUADAS**

Las variables evaluadas fueron frutos grandes/ha, frutos medianos/ha, frutos chicos/ha, rendimiento acumulativo al 5to corte, rendimiento acumulativo al 10mo corte, rendimiento acumulativo al 15vo corte, rendimiento total, diámetro del tallo (cm), longitud de la hoja (cm) y diámetro ecuatorial y polar del fruto.

### 3.9 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizo el análisis de varianza para determinar la presencia o ausencia de diferencias significativas entre portainjerto, híbridos o interacción entre ambos, cuando se encontraron tales diferencias se realizo 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)*.

## IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FRUTO GRANDE

El análisis de varianza si presento diferencia significativa en los híbridos y no presento significancia en los portainjertos (apéndice 1). Mostrando una media general de 133.43 ton/ha y un coeficiente de variación de 16.13%. El híbrido de mayor rendimiento de frutos grandes fue el híbrido ERMA4706 con 216.59 ton/ha y es significativamente mayor a los otros híbridos (Cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1.** Rendimiento de frutos grandes ton/ha en los híbridos ERMA4706, PLUMTY y V301, injertados sobre los portainjertos PALO VERDE, MTR013 y VIGOSTAR9 de tomate, cultivados bajo condiciones de casa sombra en el periodo de mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
ERMA4706	216.59	A
PLUMTY	104.30	B
V301	79.41	B

### 4.2 FRUTOS MEDIANOS

El análisis de varianza si presento diferencia significativa en los híbridos y no presento significancia en los portainjertos (apéndice 2). Mostrando una media general de 69.72 ton/ha y un coeficiente de variación de 12.33%. El híbrido de mayor rendimiento de frutos medianos fue el híbrido PLUMTY con 81.481 ton/ha y no presenta significancia estadística con el híbrido V301 y si presenta significancia con el híbrido ERMA4706 (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Rendimiento de frutos medianos ton/ha en los híbridos ERMA4706, PLUMTY y V301, injertados sobre los portainjertos PALO VERDE, MTR013 y VIGOSTAR9 de tomate, cultivados bajo condiciones de casa sombra en el periodo de mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
PLUMTY	81.481	A
V301	66.370	BA
ERMA4706	61.333	B

### 4.3 FRUTO CHICO

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjertos (apéndice 3). Mostrando una media general de 42.56 ton/ha y un coeficiente de variación de 18.96%.

### 4.4 RENDIMIENTO ACUMULATIVO 5<sup>to</sup> CORTE

El análisis de varianza no presento diferencia significativa en los híbridos y si presento significancia en los portainjertos (apéndice 4). Mostrando una media general de 35.55 ton/ha y un coeficiente de variación 28.43%. Siendo el portainjerto MTR013 el que presento mayor rendimiento con 48.000 ton/ha sin presenta significancia estadística con VIGOSTAR9 y si presentando significancia con PALO VERDE (Cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3.** Rendimiento al 5<sup>to</sup> corte ton/ha en los híbridos ERMA4706, PLUMTY y V301, injertados sobre los portainjertos PALO VERDE, MTR013 y VIGOSTAR9 de tomate, cultivados bajo condiciones de casa sombra en el periodo de mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

PORTAINJERTO	Media	Nivel de significancia
MTR013	48.000	A
VIGOSTAR9	36.444	BA
PALOVERDE	22.222	B

#### 4.5 RENDIMIENTO ACUMULATIVO 10<sup>mo</sup> CORTE

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjertos (apéndice 5). Mostrando una media general de 107.94 ton/ha y un coeficiente de variación de 28.54%.

#### 4.6 RENDIMIENTO 15<sup>vo</sup> CORTE

El análisis de varianza si presento diferencia significativa en los híbridos y no presento significancia en los portainjertos (apéndice 6). Mostrando una media general de 191.60 ton/ha y un coeficiente de variación 15.29%. Siendo el híbrido ERMA4706 el que presento mayor rendimiento con 231.70 ton/ha y presenta significancia estadística con V301 que es el más tardío con 137.18 ton/ha (Cuadro 4.4.).

**Cuadro 4.4.** Rendimiento al 15<sup>to</sup> corte ton/ha en los híbridos ERMA4706, PLUMTY y V301, injertados sobre los portainjertos PALO VERDE, MTR013 y VIGOSTAR9 de tomate, cultivados bajo condiciones de casa sombra en el periodo de mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
ERMA4706	231.70	A
PLUMTY	205.92	A
V301	137.18	B



#### 4.7 RENDIMIENTO TOTAL

El análisis de varianza si presento diferencia significativa en los híbridos y no presento significancia en los portainjetos (apéndice 7). Mostrando una media general de 245.72 ton/ha y un coeficiente de variación de 10.11%. Siendo el híbrido ERMA4706 el que presenta mayor rendimiento total en comparación con los otros híbridos con 313.77 ton/ha, estos resultados no tienen diferencia a lo dicho por Dieleman y Heuvelink (2005) quienes mencionan un incremento en el rendimiento del tomate por efecto del injerto (Cuadro 4.5.)

**Cuadro 4.5.** Rendimiento total ton/ha en los híbridos ERMA4706, PLUMTY y V301, injertados sobre los portainjetos PALO VERDE, MTR013 y VIGOSTAR9 de tomate, cultivados bajo condiciones de casa sombra en el periodo de mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
ERMA4706	313.77	A
PLUMTY	237.92	B
V301	185.48	B

#### 4.8 DIÁMETRO DEL TALLO (cm)

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjetos (apéndice 8). Mostrando una media general de 2.00 cm y un coeficiente de variación de 38.62%.

#### 4.9 LONGITUD DE LA HOJA (cm)

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjetos (apéndice 9). Mostrando una media general de 14.16 cm y un coeficiente de variación de 11.62%.

#### **4.10 DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO (cm)**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjertos (apéndice 10). Mostrando una media general de 7.38 cm y un coeficiente de variación de 12.27%, esto no difiere con lo dice Lee (1994) que los frutos de las plantas injertadas algunas veces llega a incrementarse si se compara con plantas no injertadas.

#### **4.11 DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm)**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjertos (Cuadro 11A). Mostrando una media general de 5.17 cm y un coeficiente de variación de 10.42%.

#### **4.12 SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRUX)**

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre híbridos y portainjertos (apéndice 12). Mostrando una media general de 5.60% y un coeficiente de variación de 25.23%.

## V. CONCLUSION

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

Para la variable frutos grandes existe significancia en el híbrido y no presento significancia en el portainjerto, el híbrido con mayor rendimiento de frutos grandes fue ERMA4706 con 216.59 ton/ha, en la variable rendimiento de frutos medianos se presento significancia en el híbrido y no presento significancia en los portainjertos, el híbrido con mayor rendimiento de frutos medianos fue PLUMTY con 81.481 ton/ha, en la variable rendimiento 5<sup>to</sup> corte no presento significancia en el híbrido y presento significancia en el portainjerto siendo el MTR-013 el más precoz con 48.000 ton/ha, en la variable rendimiento 15<sup>vo</sup> corte presento significancia en el híbrido y no presento significancia en el portainjerto siendo el ERMA4706 el más precoz con 231.70 ton/ha, en la variable rendimiento total se presento significancia en el híbrido y no presento significancia el portainjerto, siendo el híbrido ERMA4706 el más rendidor con 313.77 ton/ha.

En las variables frutos chicos, rendimiento 10mo corte, diámetro del tallo, longitud de la hoja diámetro polar, diámetro ecuatorial y grados brix, no presentaron significancia. La altura de la planta se desarrollo hasta que se dejaron de tomar los datos.

De acuerdo a los resultados obtenidos del experimento se recomienda la combinación del híbrido ERMA4706 Y el portainjerto MTR-013 que fueron los que mejor se comportaron en las variables de rendimiento y calidad de fruto.

## VI. LITERATURA CITADA

- Biringas, L. 1999. Cifras y datos de la producción de invernaderos. 14- 16. In: Productores e Hortalizas. Nov. 1999.
- 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.
- 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.
- 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.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. pp. 113- 123.
- 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.

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.

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.

Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España.

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.

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.

TESIS FERNANDO BARAJAS ESCARCEGA

Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.

Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.

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.

## VII. APÉNDICE

**Apéndice 1.** Análisis de varianza para la variable frutos grandes en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	561.67875	280.83938	0.61	NS
Hibrido	2	32049.04900	16024.52450	34.56	**
Error	4	1854.47045	463.61761		
Total	8	34465.19820			
C.V		16.13704			
Media		133.4308			

**Apéndice 2.** Análisis de varianza para la variable frutos medianos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	8.6033945	4.3016972	0.06	NS
Hibrido	2	659.6521017	329.8260508	4.46	NS
Error	4	295.8514217	73.9628554		
Total	8	964.1069178			
C.V		12.33393			
Media		69.72770			

**Apéndice 3.** Análisis de varianza para la variable frutos chicos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	107.6302205	53.8151102	0.83	NS
Hibrido	2	435.2615278	217.6307639	3.34	NS
Error	4	260.5599465	65.1399866		
Total	8	803.4516948			
C.V		18.96033			
Media		42.56748			

**Apéndice 4.** Análisis de varianza para la variable rendimiento al 5<sup>to</sup> corte en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	1000.276290	500.138145	4.89	NS
Hibrido	2	570.984465	285.492232	2.79	NS
Error	4	408.749027	102.187257		
Total	8	1980.009782			
C.V		28.43120			
Media		35.55520			

**Apéndice 5.** Análisis de varianza para la variable rendimiento al 10<sup>mo</sup> corte en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	2576.980010	1288.490005	1.36	NS
Hibrido	2	7603.118169	3801.559084	4.00	NS
Error	4	3798.66202	949.66551		
Total	8	133978.76020			
C.V		28.54727			
Media		107.9495			

**Apéndice 6.** Análisis de varianza para la variable rendimiento al 15<sup>vo</sup> corte en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	1645.70645	822.85323	0.96	NS
Hibrido	2	14323.24714	7161.62357	8.34	*
Error	4	3434.68576	858.67144		
Total	8	19403.63936			
C.V		15.29365			
Media		191.6013			



**Apéndice 7.** Análisis de varianza para la variable rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	871.40095	435.70048	0.70	NS
Hibrido	2	24963.36355	12481.68178	20.19	**
Error	4	2473.38812	618.34703		
Total	8	28308.15262			
C.V		10.11964			
Media		245.7259			

**Apéndice 8.** Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	0.44666667	0.22333333	0.37	NS
Hibrido	2	0.00666667	0.00333333	0.01	NS
Error	4	2.38666667	0.59666667		
Total	8	284000000			
C.V		38.62210			
Media		2.000000			

**Apéndice 9.** Análisis de varianza para la variable longitud de la hoja en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	3.38666667	1.69333333	0.62	NS
Hibrido	2	0.12666667	0.06333333	0.02	NS
Error	4	10.84666667	2.71166667		
Total	8	14.36000000			
C.V		11.62386			
Media		14.16667			

**Apéndice 10.** Análisis de varianza para la variable diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	2.04222222	1.02111111	1.24	NS
Hibrido	2	0.01555556	0.00777778	0.01	NS
Error	4	3.29111111	0.82277778		
Total	8	5.34888889			
C.V		12.27615			
Media		7.388889			

**Apéndice 11.** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	0.32888889	0.16444444	0.56	NS
Hibrido	2	0.04222222	0.02111111	0.7	NS
Error	4	1.16444444	0.29111111		
Total	8	1.53555556			
C.V		10.42044			
Media		5.177778			

**Apéndice 12.** Análisis de varianza para la variable grados brix en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2012

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	1.08666667	0.54333333	0.27	NS
Hibrido	2	4.80666667	2.40333333	1.20	NS
Error	4	7.98666667	1.99666667		
Total	8	13.88000000			
C.V		25.23276			
Media		5.600000			