

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Evaluación de 2 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) injertados  
bajo condiciones de casa sombra

**POR:**

**RAÚL ORTEGA VILLA**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO**

**JUNIO DEL 2015**

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

Evaluación de 2 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) injertados  
bajo condiciones de casa sombra

**POR**

**RAÚL ORTEGA VILLA**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RIOS**

**VOCAL:**

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

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO**

**VOCAL:**

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



  
\_\_\_\_\_  
**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas  
M.E VICTOR MARTINEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DEL 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de 2 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) injertados  
bajo condiciones de casa sombra

POR

RAÚL ORTEGA VILLA

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORES COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

DR. PEDRO CAÑO RIOS

ASESOR:

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

ASESOR:

DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

ASESOR:

M.C. JOSÉ CORTEZ AYALA



M.E VICTOR MARTINEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DEL 2015

## **DEDICATORIAS**

### **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.

### **AMIS PADRES**

Por darme la oportunidad de ser mejor persona en la vida y por ser grandes amigos y sobre todo grandes padres para mí y mis hermanos

### **AMIS ASESORES**

Dr. Pedro Cano Ríos, Dr. Esteban Favela Chávez, Dr. José Luis Reyes Carrillo y MC .José Cortez Ayala por haber brindado el apoyo necesario para poder terminar mi tesis

## **AGRADECIMIENTOS**

### **AL DR PEDRO CANO RIOS**

Por ser muy profesional y haberme brindado el apoyo que necesite como su tesista, permitiéndome apoyarme en su conocimiento y experiencia, el cual me permitió haber conocido mucho del tema y sobre todo por haber permitido que estuviera en este proyecto trabajando con él y sobre todo por su amistad muchas GRACIAS.

### **AMIS PADRES**

A mi padre RAÚL ORTEGA SANTANA y mi madre ROSA NELLY VILLA ESQUIVEL por haberme dado una de las mejores herramientas que pude tener en esta vida y haberme apoyado incondicionalmente en las mejores y peores situaciones que puede pasar como estudiante.

### **A MI TIO**

RAYMUNDO VILLA ESQUIVEL por haberme brindado el apoyo y su conocimiento que en su momento necesite y por haberme permitido recolectar conocimiento y experiencia en la empresa AHERN

### **A MI PAREJA**

A ILSE ANDREA SANCHEZ DE LIRA por haber estado conmigo en las buenas y en las malas y por haber alentado cada uno de los pasos para poder terminar mi carrera.

## **AMIS COMPAÑEROS**

Por compartir esta grata experiencia de estar cuatro años y medio luchando por algo mejor y por sobresalir ante los demás, y sobre todo por hacer que el tiempo se fuera aún más rápido de lo que fue.

## RESUMEN

La producción de tomate en casa sombra con riego por goteo, en el suelo permite que las plantas desarrollen un mejor rendimiento. Durante junio, julio y septiembre del 2013 se estableció un experimento de tomate con el objetivo de seleccionar que híbridos en los porta injertos TAURINO y MULTIFORT daba mejores resultados en condiciones de casa sombra y suelo.

La plantación se realizó entre planta y planta 40 cm y teniendo así 1.80cm entre surco y surco, los híbridos evaluados fueron SAHEL y PAI PAI en el suelo, en el periodo de junio-septiembre del 2013 en la empresa GANADERA VIGO. La siembra se llevó a cabo en mayo mientras que el trasplante en junio.

El presente experimento tuvo como objetivo evaluar dos híbridos con dos porta injertos usando el injerto de aproximación en el cultivo de tomate en casa sombra para comparar rendimiento y calidad de los híbridos con los porta injertos.

El estudio fue realizado en el ejido el pilar carretera san Pedro Coahuila, los tratamientos fueron distribuidos completamente al azar, identificando los tratamientos como factor A. SAHEL Y PAI PAI y porta injerto B. TAURINO y MULTIFORT y los tratamientos evaluados. Rendimiento y calidad

**Palabras claves.** Portainjerto, hibrido, rendimiento, suelo y calidad

## INDICE

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iv
INDICE.....	v
I.-INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.-Objetivos.....	2
1.2.- Hipótesis.....	2
1.3.-Metas.....	2
II.-REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.-Generalidades del tomate.....	3
2.2.- Clasificación taxonómica y morfología.....	4
2.3.- Morfología.....	4
2.3.1.- Determinadas.....	5
2.3.2.-Indeterminadas.....	5
2.3.3.-Semilla.....	5
2.3.4.- Raíz.....	7
2.3.5.- Tallo.....	8
2.3.6 Hoja.....	9
2.3.7.- Flor.....	10
2.3.8.- Fruto.....	11
2.3.9.- Contenido nutricional.....	14
2.4.-Generalidades de la casa sombra.....	15
2.5.- Exigencias del clima.....	15
2.5.1.- Temperatura.....	16
2.5.2.- humedad relativa.....	17
2.5.3.-Luminosidad.....	19
2.5.4.-Radiación.....	20
2.6.-Injerto.....	21
2.6.1.-Tipos de injerto.....	22
2.6.2.- Proceso de unión.....	23



2.6.3.- Propósito del injerto .....	24
Tolerancia a enfermedades.....	24
2.6.4.-El uso del injerto en México.....	26
2.7.-Soluciones nutritivas .....	27
III.-MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1.-Localización geográfica y clima de la comarca lagunera.....	29
3.2.-Localización del experimento .....	29
3.3.-Tipo y condiciones de la casa sombra .....	30
3.4.- Híbridos y porta injertos. ....	30
3.4.1.-SAHEL .....	30
3.4.2.-PAI PAI .....	31
3.4.3.-TAURINO .....	31
3.4.4.-MULTIFORT.....	32
3.5.- COSECHA.....	32
3.6.- FERTIRIEGO .....	32
3.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL .....	34
3.8.- VARIABLES EVALUADAS .....	35
3.9 ANALISIS ESTADISTICO .....	35
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1 FRUTO GRANDE .....	36
4.2 FRUTO MEDIANO.....	36
4.3 FRUTO CHICO.....	36
4.4 RENDIMIENTO TOTAL .....	36
4.5 DIAMETRO DE TALLO.....	37
4.6 LONGITUD DE HOJA .....	37
4.7 DIAMETRO POLAR .....	37
4.8 DIAMETRO ECUATORIAL .....	38
V. CONCLUSION .....	39
VI. LITERATURA CITADA .....	40
VII. APÉNDICE .....	44

## INDICE DE APENDICES.

---

<b>CUADRO 1A</b>	Análisis de varianza para la variable de frutos grandes en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	44
<b>CUADRO 2A</b>	Análisis de varianza para la variable de frutos medianos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	44
<b>CUADRO 3A</b>	Análisis de varianza para la variable de frutos chicos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	44
<b>CUADRO 4A</b>	.Análisis de varianza para la variable de rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	45
<b>CUADRO 5A</b>	Análisis de varianza para la variable de diámetro de tallo en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	45
<b>CUADRO 6A</b>	Análisis de varianza para la variable de longitud de hoja en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	45
<b>CUADRO 7A</b>	Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	46
<b>CUADRO 8A</b>	Análisis de varianza para la variable de diámetro ecuatorial en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013	46

---

## I.-INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza número uno en el mundo, es una planta arbustiva e indeterminada, puede tener un ciclo de vida superior a un año, aunque se cultiva como anual. El manejo del cultivo es la clave para obtener altos rendimientos y calidad del fruto. El tomate es una de las especies hortícolas que pueden ser injertadas.

En México como en otras partes del mundo, se prefiere consumir el tomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, jugos, purés, etc. Gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a sus distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado.

Es la hortaliza con mayor superficie de siembra en México, producción aproximada de 464,000 ton siendo los estados de Sinaloa, Baja California, Jalisco, Tamaulipas los que generan la mayor producción.

La agricultura protegida ha crecido de manera acelerada en los últimos años siendo el tomate, el principal cultivo que se produce en estas condiciones. Uno de los retos que enfrenta esta industria es mantener o disminuir los costos de producción.

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 nuestro país el injerto no se ha mecanizado y se realiza con personal femenino exitosamente, lográndose de 300 a 500 injertos por hora (*Kubota et al., 2008*).

### **1.1.-Objetivos**

Los objetivos del presente trabajo es evaluar los híbridos SAHEL Y PAI PAI con los 2 diferentes porta-injertos TAURINO Y MULTIFORT bajo las condiciones de casa sombra y seleccionar los híbridos con mayor calidad y rendimiento.

### **1.2.- Hipótesis**

Identificar cuál de las combinaciones del experimento genere mejor calidad y mayor rendimiento bajo las condiciones de casa sombra.

### **1.3.-Metas**

Lograr que la información obtenida acerca de los híbridos y los porta-injertos sirva como una guía para recomendaciones de investigación en cuanto a su rendimiento en suelo bajo condiciones de casa sombra.

## II.-REVISION DE LITERATURA

### 2.1.-Generalidades del tomate

El tomate (*Lycopersicum esculentum mill*), pertenece a la familia solanácea. Se cree que es originario de la faja costera de América del sur, cerca de 30° latitud sur de línea ecuatorial. En la región andina de Perú, se encuentran, a lo largo y ancho, números parientes silvestres y cultivados del tomate, también en Ecuador y Bolívar, así como en la isla Galápagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan diversas condiciones ambientales basadas en la altitud y la latitud y presentan un amplio grupo de genes para el mejoramiento de la especie (Alcázar-Esquina, 1981)

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre de tomate viene del lenguaje náhuatl de México y las variantes ha seguido al jitomate en su distribución por el mundo (Heiser, 1969).

## 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:	<i>esculentum</i>

## 2.3.- Morfología

Es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semirrecta o erecta, y el crecimiento es

limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978 citado por Chamorro, 2001).

### **2.3.1.- Determinadas**

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

### **2.3.2.-Indeterminadas**

La planta de tipo indeterminada crece hasta alturas de 2 metros, o más, según en el tutorado 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 óptimo 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**

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.

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

**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).

<b>En 48 gr de parte comestible</b>	<b>Contenido</b>
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**

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 del clima**

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

### **2.5.1.- 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)

## **2.6.-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 sandía 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 injerto**

Algunos tipos de injertos utilizados en plántulas de hortalizas son: ingles compuesto, ingles simples, 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 callo en la unión y 3) diferenciación y conexión vascular (MooreyWalter 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.- Propósito 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 trasladados al porta injerto (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 porta injerto 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 porta injerto 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 porta injerto (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 porta injertos 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 porta injerto 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 porta injertos, 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 del 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 Epsom ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )), que proporciona el magnesio necesario.

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

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

### **III.-MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1.-Localización geográfica y clima de la comarca lagunera**

La comarca lagunera se encuentra 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 es de semi-calido a cálido-seco y en invierno de semi-frio a frio, 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 las heladas de noviembre a marzo.

#### **3.2.-Localización del experimento**

El experimento se estableció en la empresa tomatera GANADERA VIGO, localizado en 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 realizó bajo la casa sombra número 19 de VIGO. La estructura es cuadrada con sistema de ventilación natural con # de hectáreas y estructura metálica y cubierto de malla sombra color blanco. La parte aérea de doble forro pues lo conformaba una malla color negra y de ahí se sujetaban las rafias para el amarre de la planta de tomate. El sistema de riego fue por goteo y dicho sistema se programaba.

### **3.4.- Híbridos y porta injertos.**

Se evaluaron 2 híbridos de tomate de crecimiento indeterminado con dos porta injertos diferentes usando injerto de aproximación, los tres híbridos fueron: SAHEL, PAI PAI y los porta-injertos fueron TAURINO Y MULTIFORT dichos materiales son de la empresa AHERN INTERNACIONAL DE MEXICO SA DE CV la cual los caracteriza de la siguiente manera.

#### **3.4.1.-SAHEL**

Roma indeterminado de alto rendimiento, fruto de muy buena calidad, buen brillo y firmeza a lo largo de toda la temporada, para mercado nacional y exportación. Ideal para el Norte-Centro de México, de fruto extra grande a grande y maduración de ciclo medio, larga vida de anaquel.



### **3.4.2.-PAI PAI**

Nuevo roma indeterminado para cultivo protegido, planta fuerte y compacta, muy buena cobertura foliar y entrenudos cortos, así como de excelentes amarres continuos, y ofrece una muy buena sanidad vegetal. Excelente forma sin hombros, y excelente vida de anaquel, sin problemas de maduración, con 3 lóculos bien definidos y pared gruesa. Mantiene tamaños L y XL hasta finalizar el cultivo. Fácilmente adaptable a condiciones de calor y frío no extremas. Posee muy buena maduración así como firmeza y brillo rojo intenso. Muy consistente en sus tamaños y producción a través de todo el ciclo. Entrada precoz a cosecha y muy productivo.

### **3.4.3.-TAURINO**

Porta-injerto vigoroso con un paquete excelente de resistencias a enfermedades. El vigor se puede aprovechar para el injerto con un híbrido de bajo vigor, de un tipo sumamente generativo, por ejemplo con tomates roma indeterminados compatibles, además brindan un alto rendimiento de producción. La variedad Taurino también es resistente a la *Pyrenochaeta lycopersici* (PI) la enfermedad de la raíz acorchada.

#### **3.4.4.-MULTIFORT**

Porta-injerto especialmente indicado para cultivos en Suelo y Sustrato Artificial por su alta tolerancia contra las más frecuentes enfermedades del suelo. Híbrido de tipo indeterminado con un potente sistema radicular. Este porta-injerto cuenta con alto vigor, por lo que es recomendado para cultivos de ciclos largos.

#### **3.5.- COSECHA**

Esta actividad se realizó una vez por semana, 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 las 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 mono amónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosforo di amónico, 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 Epsom ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )), que proporciona el magnesio necesario.

El boro, zinc, manganeso, cobre, fierro, molibdeno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser tóxico. Las fuentes empleadas son: bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) para el boro, el quelato de zinc y las mezclas de zinc con nitrógeno como fuente del zinc, el sulfato ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos de manganeso para el manganeso, el sulfato y cloruro de cobre para el cobre, el sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos para el fierro. También hay fertilizantes comerciales que incluyen estos micro elementos 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 catiónica mutua. 2) Una relación aniónica mutua. 3) La concentración iónica total, y 4) El pH.

### **3.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los híbridos: SAHEL, PAI PAI y la portainjerto TAURINO. y MULTIFORT.

### **3.8.- VARIABLES EVALUADAS**

Las variables evaluadas fueron número de fruto chico/ha, número de fruto mediano/ha, número de fruto grande/ha, rendimiento total, diámetro de tallo (en mm), longitud de hoja (en cm), diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial y diámetro polar.

### **3.9 ANALISIS ESTADISTICO**

Se realizó el análisis de varianza para determinar la presencia o ausencia de diferencias significativas entre porta injerto, híbridos o interacción entre ambos, 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 mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System (SAS)*

## **IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 FRUTO GRANDE**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 1A). Mostrando una media general de 12.47627 ton/ha y un coeficiente de variación de 13301.25%.

### **4.2 FRUTO MEDIANO**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 2A). Mostrando una media general de 15.557 ton/ha y un coeficiente de variación de 6.852221 %.

### **4.3 FRUTO CHICO**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 3A). Mostrando una media general de 21.448 ton/ha y un coeficiente de variación de 10.24535 %.

### **4.4 RENDIMIENTO TOTAL**

El análisis de varianza presentó diferencia significativa en el híbrido y presento significancia en el porta injerto (cuadro 4A). Mostrando una media general de 50.307 ton/ha y un coeficiente de variación 1.049556 %. Siendo el híbrido SAHEL el más precoz con 56.8675 ton/ha y presenta significancia estadística con PAI PAI que es el más tardío con 43.7465 ton/ha.

CUADRO 4.4 Rendimiento total ton/ha en los híbridos SAHEL Y PAI PAI, injertados sobre los porta injertos TAURINO Y MULTIFORT de tomate, cultivados bajo condiciones de casa sombra en el periodo de mayo-julio del 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

<b>HIBRIDO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>NIVEL DE SIGNIFICANCIA</b>
SAHEL	56.8675	A
PAI PAI	43.7465	B

#### **4.5 DIAMETRO DE TALLO**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 5A). Mostrando una media general de 15.25000 ton/ha y un coeficiente de variación de 3.278689 %.

#### **4.6 LONGITUD DE HOJA**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 6A). Mostrando una media general de 13.85000 ton/ha y un coeficiente de variación de 8.664260 %.

#### **4.7 DIAMETRO POLAR**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 7A). Mostrando una media general de 7.975000 ton/ha y un coeficiente de variación de 0.626959 %

#### **4.8 DIAMETRO ECUATORIAL**

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre híbrido y porta injerto (cuadro 8A). Mostrando una media general de 5.700000 ton/ha y un coeficiente de variación de 5.263158 %.



## V. CONCLUSION

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

No existen diferencias significativas para las variables de frutos grandes, frutos medianos, frutos chicos, diámetro de tallo, longitud de hoja, diámetro polar y diámetro ecuatorial,

Para la variable de rendimiento total existe significancia en el híbrido y en el porta injerto, el híbrido con mayor rendimiento de frutos fue el SAHEL con 56.8675 ton/ha, mientras que el porta injerto con mayor rendimiento fue el TAURINO con 55.4885 ton/ha.

De acuerdo a el resultado obtenido del experimento se recomienda la combinación del híbrido de sahel y el porta injerto de taurino que fueron los que mejor se comportaron en las variables de rendimiento y calidad de fruto.

## VI. LITERATURA CITADA

- Alcázar-Esquinas, J.T. 1981 Genetics Resources of Tomatoes and Wild Relatives. Internacional Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Am. Soc. Hort. Sci., 101: 358-360.
- Bewley, J. D. y M. Black, 1982. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Vol. II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag. Berlin.
- Bouzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
- 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.

- Dieleman, A. y E. Heuvelink. 2005. Gebruik van onderstammen bij vruchgroenten. Planta Res. Inter. Nota 367. 1-37.
- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492. En: "El cultivo del tomate". Ediciones y Promociones LAV, S. L. Valencia
- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T, Davies, Jr. y R.L. Geneve. 2002. Planta propagation, principles and practices. 7th ed. Prentice hall. N.J., USA. 880p.
- Heiser, C.J. 1969. Lave aples. In Nightshades: The Paradoxical Plants. Freeman. San Francisco CA, PP. 53-55
- Hernandez. E., R. Nieto y E. R. Navarro. 2005. Cultivo del tomate en hidroponía e invernadero. Uso de portainjertos en tomate. Pp 119-120.
- 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.
- Jones, Jr. J. B. 1999. Tomato plant cultura. Ed. CRC Press. Florida, USA. 199p.

- Kemp, G. A. 1968 Low temperatura growth responses of the tomato. Canadian Journal of plant Science 48: 281-286.
- Kinet, J. M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato Sci. Hort. 6: 15-26.
- Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. current status, grafting methods, and benefits Hort. Sci. 29: 235-239.
- Lee J. M. y M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-124.
- López, J., M. Dorais , N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pression 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.
- Miguel, A. 1997. El injerto de hortalizas. Ed. Generalitat Valenciana, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. 88 p.
- Pérez, M. D. 2001 Evaluación de micro nutrientes aplicados en la solución nutritiva y foliarmente para la producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. U. A. A. Antonio Narro UL. Torreón Coahuila México. Pp. 35.
- Picken, A. J. F., K. Stewart, D. Klapwijk. 1986. Germination and vegetative development. *In*: Atherton, J. G. y Rudich J. The tomato crop. A Scientific basis for improvement. Chacman and Hall. Londres
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidroponicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.

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.

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.

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

## VII. APÉNDICE

**Cuadro 1A.** Análisis de varianza para la variable de frutos grandes en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	8611290.250	8611290.250	3.13	NS**
HIBRIDO	1	8835756.250	8835756.250	3.21	NS**
ERROR	1	2753940.25	2753940		
TOTAL	3	20200986.75			
C.V		12.47627			
MEDIA		13.30125			

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza para la variable de frutos medianos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	14182756.00	14182756.00	385.21	NS**
HIBRIDO	1	1313316.00	1313316.00	617.54	
ERROR	1	1136356.00	1336356.00		
TOTAL	3	16632428.00			
C.V		6.852221			
MEDIA		15.55700			

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza para la variable de frutos chicos en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F. CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	13413906.25	13413906.25	2.78	NS**
HIBRIDO	1	81045006.25	81045006.25	16.78	
ERROR	1	4829006.25	4829006.25		
TOTAL	3	99287918.75			
C.V		10.24535			
MEDIA		21.44875			

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza para la variable de rendimiento total en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F. CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	1073991769	107391769	385.21	SS**
HIBRIDO	1	172160641.0	172160611.0	617.54	
ERROR	1	278784.0	278784.0		
TOTAL	3	279831194.0			
C.V		1.049556			
MEDIA		50.30700			

**Cuadro 5A.** Análisis de varianza para la variable de diámetro de tallo en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F. CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	2.25000000	2.25000000	12.48	NS**
HIBRIDO	1	2.25000000	2.25000000	1.16	
ERROR	1	0.25000000	0.25000000		
TOTAL	3	4.75000000			
C.V		3.278689			
MEDIA		15.25000			

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza para la variable de longitud de hoja en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F. CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	0.16000000	0.16000000	0.11	NS**
HIBRIDO	1	0.81000000	0.81000000	0.56	
ERROR	1	1.44000000	1.44000000		
TOTAL	3	2.41000000			
C.V		8.664260			
MEDIA		13.850000			

**Cuadro 7A.** Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F. CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	0.20250000	0.20250000	81.00	NS**
HIBRIDO	1	0.20250000	0.20250000	81.00	
ERROR	1	0.00250000	0.00250000		
TOTAL	3	0.40750000			
C.V		0.626959			
MEDIA		7.975000			

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza para la variable de diámetro ecuatorial en los híbridos evaluados bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo julio-septiembre del 2013 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.2013

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE MEDIOS	F. CALCULADA	SIGNIFICANCIA
PORTAINJEERTO	1	0.01000000	0.01000000	0.11	NS**
HIBRIDO	1	.04000000	.04000000	.44	
ERROR	1	0.09000000	0.09000000		
TOTAL	3	.014000000			
C.V		5.263158			
MEDIA		5.700000			