

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
División de Carreras Agronómicas**



**EVALUACIÓN PARA CALIDAD DE FRUTO Y RENDIMIENTO DE TRES  
GENOTIPOS DE TOMATE SALADETT (*Lycopersicon esculentum mill.*)  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Por

**Rosaura Cruz Alonso**

TESIS

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre, del 2012.**

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

Evaluación para calidad de fruto y rendimiento de tres genotipos de  
tomate saladett (*Lycopersicon esculentum mill.*) bajo condiciones de  
invernadero.

Por

Rosaura Cruz Alonso

TESIS

Que somete a la consideración del comité asesor, como requisito parcial  
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

  
Ph. D. PEDRO CANO RÍOS

Asesor:

  
Ph. D. EDUARDO MADERO TAMARGO

Asesor:

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor:

  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

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

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

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

TESÍS DEL C. ROSAURA CRUZ ALONSO QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR

COMITÉ PARTICULAR

PRESIDENTE: \_\_\_\_\_

Ph. D. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL: \_\_\_\_\_

Ph. D. EDUARDO MADERO TAMARGO

VOCAL: \_\_\_\_\_

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE: \_\_\_\_\_

M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

\_\_\_\_\_

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



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por cuidarme y permitirme salir adelante durante toda mi vida, por cobijarme con una familia, pero sobre todo por darme la oportunidad de vivir. Sobre todas las cosas, por haberme dado la vida y por permitirme cursar una carrera profesional y brindarme la dicha de poder terminarla, por estar conmigo en aquellos momentos difíciles en que me sentía sola y por no permitirme que dejara mis estudios, a el que nunca nos abandonó siempre estaba con migo en la buenas en las malas, gracias dios mío.

A mi "ALMA TERRA MATER" que siempre llevaré su nombre en alto donde sea que me encuentre, por haberme permitido formarme como profesionista al culminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Al Dr. Pedro Cano Ríos, por su amistad, por compartirme conocimiento en mi formación profesional y por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo y terminarla con éxito.

A M.C. Francisca Sánchez Bernal, por su gran apoyo incondicional, por su valiosa amistad durante toda mi carrera y por sus buenos consejos, por que más que ser mí tutora y maestra es una gran amiga.

Al M.E. Víctor Martínez Cueto, por su valiosa amistad durante toda mi carrera, por sus consejos y apoyo, por compartir sus conocimientos, por que más que un maestro fue un amigo.

A todos mis maestros y en especial a mis maestros del departamento de horticultura, por su infinita paciencia y por contribuir con conocimientos a mi formación profesional.

## DEDICATORIAS

A mis padres Agustín cruz Hernández y Oralia Alonso Hernández, por darme la dicha de vivir, por todos sus esfuerzos y sacrificios durante toda mi vida, por sus consejos y apoyo incondicional, por ser excelentes padres, pero sobre todo por su inmenso amor.

A mis hermanos, Dionisia, Lisbeth, Abraham y Benito, por su gran apoyo incondicional, por haberme apoyado durante mí carrera y por qué forman parte de mi vida.

A mi sobrina, Miriam yareli, por llenar de alegría nuestros corazones, por formar parte de nuestras vidas.

A mi esposo Miguel Antonio Ayuzo González, por su valioso apoyo, por su cariño, paciencia y consejos, por todos los momentos de alegría, pero sobre todo por compartirme de su vida.

A mi hijo Luis Antonio Ayuzo Cruz, por darme la dicha de ser madre, por darle luz a mi vida y sobre todo por su gran cariño y amor.

A la Fam. Ayuzo, por su cariño, por sus consejos, por todo su inmenso apoyo, por abrirme las puertas de su hogar, pero sobre todo por brindarme su invaluable amistad.

A todos mis amigos por su gran cariño y amistad durante toda mi carrera profesional, que estuvieron conmigo cuando mas los necesite, como en las buenas y en las malas.

INDICE GENERAL	
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CUADROS.....	VI
INDICE DE APENDICES.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1    Objetivos.....	2
1.2    Hipótesis.....	2
1.3    Metas.....	2
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.- Generalidades del tomate.....	3
2.2.- Origen.....	3
2.3.- Clasificación taxonómica del tomate.....	3
De acuerdo a Fernández (2004) la taxonomía del tomate es la siguiente.....	3
2.4.- Características morfológicas del tomate.....	4
2.4.1.- Semilla.....	4
2.4.2.-Raíz.....	5
2.4.3.- Tallo.....	5
2.4.4.- Hoja.....	6
2.4.5.-Flor.....	7
2.4.6.- Fruto.....	8
2.4.7.- Valor nutritivo.....	8
2.4.8.- Generalidades del invernadero.....	9
2.4.9.- Ventajas de la producción en invernadero.....	10
2.4.10.- Desventajas de producir en invernadero.....	11
2.4.11.- Exigencias del clima.....	11
2.4.12.- Temperatura.....	12
2.4.13.- Humedad.....	13
2.5.14.- Luminosidad.....	13

2.5.15.- Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire .....	15
2.6.- Elección del genotipo.....	16
2.7.- Labores culturales .....	17
2.7.1.- Producción de plántula.....	17
2.7.2.- Trasplante.....	17
2.7.3.-Poda de formación.....	18
2.7.4.- Aporcado y rehundido .....	18
2.7.5.- Tutorado .....	19
2.7.6.- Desbrotado o Destallado .....	19
2.7.7.- Deshojado .....	20
2.7.8.- Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos .....	20
2.7.9.- Bajado de plantas .....	20
2.7.10.- Arreglo topológico .....	21
2.8.1.- Fertirrigación .....	22
2.8.2.- Polinización .....	26
2.9.- Índice de cosecha y calidad.....	27
2.9.1.- Calidad del fruto .....	28
2.9.2.- Grados Brix (° Brix) .....	29
2.10.- Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero ..	30
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1.- Localización y tipo de invernadero .....	32
3.2.- Ubicación .....	32
3.3.- Clima .....	32
3.4.- Genotipos .....	33
3.5.- Siembra y trasplante .....	33
3.6.- Diseño experimental .....	33
3.7.- Manejo del cultivo.....	33
3.8.- Polinización .....	34
3.9.- Fertilización y riegos .....	34
3.10.- Control de plagas y enfermedades .....	34
3.11.- Cosecha.....	35
3.12.- Variables evaluadas .....	35

3.13.- Análisis estadísticos.....	35
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1.- Desarrollo vegetativo .....	36
4.1.1.- Altura de la planta .....	36
4.1.2.-Peso promedio del fruto .....	37
4.1.3.- Diámetro polar .....	38
4.1.4.- Diámetro ecuatorial.....	39
4.1.5.- ° Brix.....	39
4.1.6.- Espesor de pulpa .....	40
4.1.7.- Número de lóculos .....	41
4.1.8.- Toneladas por hectárea .....	42
V.- RESUMÉN .....	44
VI.- CONCLUSIÓN.....	43
VII. LITERATURA CITADA .....	45
VIII. APÉNDICE .....	56



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1.2.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable Peso de Fruto. UAAAN-UL. 2012.....	38
Cuadro 4.1.3.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable diámetro polar. UAAAN-UL. 2012. ....	38
Cuadro 4.1.4.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de diámetro ecuatorial. UAAAN-UL. 2012. ....	39
Cuadro 4.1.5.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable acumulación de sólidos solubles. UAAAN-UL. 2012.....	40
Cuadro 4.1.6.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de espesor de pulpa. UAAAN-UL. 2012...	41
Cuadro 4.1.7.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable numero de loculos. UAAAN-UL. 2012.....	42

Cuadro 4.1.8.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de producción por unidad de superficie. UAAAN-UL. 2012. ....	42
--	----

## **INDICE DE APENDICES**

Apéndice1. A. Análisis de varianza para la variable peso de fruto de los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL. 2012. ....	56
--	----

Apéndice 2. A. Análisis de varianza para la variable Diámetro polar en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL. 2012. ....	56
--	----

Apéndice 3. A. Análisis de varianza para la variable Diámetro ecuatorial en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL. 2012. ....	56
---	----

Apéndice 4. A. Análisis de varianza para la variable Solidos Solubles en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012. ....	57
---	----

Apéndice 5. A. Análisis de varianza para la variable Espesor de Pulpa en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012. ....	57
---	----

Apéndice 6. A. Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012. ....	57
--	----

Apéndice 7. A. Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012. ....	58
--	----

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una de las hortalizas más importantes en el mundo y su popularidad aumenta cada día más, además de que en México también es una de las hortalizas que más se cultiva. Es por eso que se ha tenido la necesidad de buscar nuevas alternativas que permitan aumentar los volúmenes de producción y mejorar los estándares de calidad que exige el mercado, siendo la agricultura orgánica una opción adecuada.

Una de las grandes ventajas de la producción en invernadero es el poder obtener cosechas durante todo el año, variando dicha producción en función de la tecnificación del invernadero y de la importancia que se le da al cultivo.

La producción de tomate en La Comarca Lagunera para el 2002 alcanzó una superficie de 568 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 ton ha<sup>-1</sup> con un poco más de 28,217 millones de pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2002) y alrededor de 35 hectáreas bajo condiciones de invernadero.

Por lo antes mencionado una alternativa para la región sería efectuar el cultivo en otoño – invierno, que es cuando el mercado norteamericano se encuentra con una fuerte demanda por lo que se buscaría exportar a los Estados Unidos de América, nuestro principal comprador (FAO, 1996). Para lograr esto el productor debe producir bajo condiciones de invernadero. Lo anterior implica que el productor debe conocer el tipo de planta que se adapte a dichas condiciones, tipo de sustrato, organismos dañinos y como se controlan, todo combinado con un manejo óptimo de las condiciones de temperatura y nutrición del cultivo. Este sistema de producción es muy delicado, ya que cualquier variación de los componentes de producción representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto (Bretones, 1995; Martínez y García, 1993; Nelson, 1994; Sade, 1998).

### **1.1 Objetivos.**

- Evaluar el rendimiento y la calidad de fruto de tres genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero.

### **1.2 Hipótesis.**

- Los tres genotipos dan mejor rendimiento y calidad que las variedades conocidas en el mercado.
- Existen diferencias en cuanto a calidad de fruto y producción en los genotipos de tomates a evaluar.

### **1.3 Metas.**

- Disponer de un paquete tecnológico de producción de tomate bajo condiciones de invernado en la Comarca Lagunera. Utilizando este paquete se garantizaría la producción de al menos 300 ton/ha, ya sea para consumo local o exportación.
- Contar con un genotipo de tomate que de buen rendimiento y además que los frutos sean de buena calidad.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.- Generalidades del tomate

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

### 2.2.- Origen.

El origen del Tomate se localiza en la región andina (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), pero México es considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido llevados a España y servían como alimento. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de ahí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. (Arellano, G. 2007).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Fernández et al., 2004).

### 2.3.- Clasificación taxonómica del tomate

De acuerdo a Fernández (2004) la taxonomía del tomate es la siguiente.

**Nombre común:** Tomate o Jitomate

**Nombre científico:** *Lycopersiconescum lentum* Mill.

<b>Clase:</b>	Dicotyledoneas
<b>Orden:</b>	Solanes (personatae)
<b>Familia:</b>	Solanáceae
<b>Tribu:</b>	Solaneae
<b>Genero:</b>	<i>Lycopersicon</i>
<b>Especie:</b>	<i>esculentum</i>

## 2.4.- Características morfológicas del tomate

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas, e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978 citado por Chamorro, 2001).

**Indeterminadas.** Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados. (Chamorro, 2001).

**Determinadas.** Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Chamorro, 2001).

### 2.4.1.- Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y esta constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, esta constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La

testa o cubierta seminal esta constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Nuez, 2001).

#### **2.4.2.-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 transplante, 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; Valadez, 1990).

El sistema radical del tomate esta 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).

#### **2.4.3.- Tallo**

El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base y esta cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. La capa cortical mas interna es la endodermis, que separa el córtex del cilindro vascular. Toda la estructura

vascular y las células parenquimáticas que lo rodean, el periciclo, se disponen en forma de tubo alrededor de un tejido medular (Nuez, 2001).

Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares (tricomas), corteza o córtex, 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).

#### **2.4.4.- 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 (tricomas). El mesófilo o tejido parenquimático 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).

Las hojas del tomate son pinnado compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos (Nuez, 2001).

#### **2.4.5.-Flor**

Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 100 ó más, dependiendo del tipo y la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarillo azufra, cinco o más estambres y un solo pistilo súpero. En su mayor parte son autos polinizados (Edmond 1981).

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 córtex. (Chamorro, 2001).

#### **2.4.6.- 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).

En sección transversal se aprecian en él la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas. El espesor de la piel aumenta en la primera fase del desarrollo del fruto, adelgazando y estirándose al acercarse la maduración; por ello en algunos frutos se producen grietas (Rodríguez *et. al.*, 1997).

#### **2.4.7.- Valor nutritivo**

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son

menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

#### Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 2001).

Componentes	Peso fresco %	Componentes	Peso fresco %
Materia seca	6.50	Ácido málico	0.10
Carbohidratos totales	4.70	Ácido cítrico	0.20
Grasas	0.15	Fibra	0.50
N proteico	0.40	Vitamina C	0.02
Azúcares reductores	3.00	Potasio	0.25
Sacarosa	0.10	Sólidos solubles (°Brix)	4.50

#### 2.4.8.- Generalidades del invernadero

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad vegetal, etc. Prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción,

precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

#### **2.4.9.- Ventajas de la producción en invernadero**

Durante los últimos 15 años el sistema de producción más empleado ha sido el uso del invernadero, ya que permiten incrementar la producción, en comparación al método tradicional del cultivo. Se menciona también que al utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del 40 % en comparación con los métodos tradicionales (Carvajal *et al*, 2000).

Sánchez y Favela (2000) mencionan que las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero, de las cuales destacan las siguientes:

- Programación de la cosecha de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible hasta tres cosechas por año.
- Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mayor calidad de frutos, ya que éstos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- Balance adecuado entre agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

#### **2.4.10.- Desventajas de producir en invernadero**

Según Sánchez y Favela (2000) entre las desventajas de producir bajo condiciones de invernadero son:

- Se requiere de una alta especialización, tanto técnica como empresarial de las personas que se dedican a esta actividad.
- Los insumos son de alto costo.
- Las instalaciones de infraestructura representan una elevada inversión inicial.
- Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- La automatización del invernadero es necesaria para el control del ambiente.
- Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

#### **2.4.11.- 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 éstos incide sobre los demás (Castilla, 1999).

Según Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

#### **2. 4.12.- Temperatura**

La temperatura óptima para el desarrollo de los cultivares oscila entre los 20° y 30 °C durante el día y entre los 13° y 16 °C durante la noche; a temperaturas superiores de los 30° a 35 °C, las plantas se ven afectadas notablemente, deteniendo así su crecimiento y desarrollo. A temperaturas inferiores de entre 10° y 15 °C, se originan problemas de desarrollo y germinación. Mientras que a temperaturas superiores a los 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está ligada a la temperatura en lo que refiere tanto a precocidad como a coloración, de manera que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas. (Sade, 1998; <http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2001).

Indica que la temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de las raíces, a temperaturas inferiores a los 14 °C, el crecimiento se inhibe y entre 18 °C y 12 °C la absorción de fósforo se ve mermado en un 50%. Así pues la temperatura está ligada directamente sobre el rendimiento final y el calibre del fruto. (Chamarro 2001)

La malformación de frutos de tomate se debe a las bajas temperaturas, estas malformaciones, están frecuentemente en cultivos que se desarrollan en invierno, dicha malformación propicia un desarrollo desigual de los lóculos.. En casos más severos, algunos lóculos fueron deformados y la placenta y óvulos no aparecieron (Towrer *et al*, 1998).

Mencionan que durante la mayor parte del ciclo productivo, la temperatura del invernadero es excesiva tanto para el buen rendimiento del cultivo como para los trabajadores, el reducir la temperatura es uno de los problemas de la horticultura protegida, porque no es fácil refrigerar el invernadero sin invertir en cantidades relativamente altas en instalaciones y equipos.(Rodríguez y Jiménez, 2002)

#### **2.4.13.- Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre un 70 % y un 80 % (Winspeare *et al.*, 1970). La elevada humedad relativa favorece 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. Una baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate ([www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp), 2001).

Cuando la humedad relativa está 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% (Burgueño, 2001).

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: higrómetros e higrógrafos (Francescangeli, 1998)

#### **2.5.14.- Luminosidad**

El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación (Calvert, 1973). Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Aung, 1976).

Una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (López *et al.*, 1996).

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate como tal es una hortaliza exigente de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en la primeras semanas de desarrollo del tomate se recienta en los rendimientos de forma irreversible, ya sea debido a menor producción de hojas, por menor número de flores, por menor peso y tamaño de los frutos o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997)

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

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 del techo y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que puedan tener los materiales de la cubierta elegidos (Bouzo y Ganglio, 2002).

**Radiación en el cultivo del tomate.** El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones en la radiación interior con incidencia negativa en la producción. Es preferible dotar al invernadero de una ventilación más eficiente como: ventanas cenitales y evitar las prácticas



que reducen la radiación ya que estas afectan a la polinización, tamaño de fruto y por lo tanto se refleja en el rendimiento (Van de Vooren *et al*, 1989).

La densidad de plantación, el sistema de poda y el en tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de cosecha (Cokshull, 1988).

#### **2.5.15.- Contenido de CO<sub>2</sub> en el aire**

La concentración de CO<sub>2</sub> de la atmosfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Durante las primeras horas de la mañana en un día despejado se puede notar que la concentración de CO<sub>2</sub>, en invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica en el proceso de fotosíntesis, se observa una disminución rápida de CO<sub>2</sub>, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y tognini, 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 calentamiento. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO<sub>2</sub> y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO<sub>2</sub>, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup> o 27 kg de CO<sub>2</sub> para una hora de fotosíntesis a 350 w/m<sup>2</sup>, sin ventilación. El enriquecer con CO<sub>2</sub> cuando la luz es insuficiente no debe de realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO<sub>2</sub> es mayor, dado que la luz es más intensa. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO<sub>2</sub>, para evitar perdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a

1500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO<sub>2</sub> por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

## **2.6.- Elección del genotipo**

El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Uno de los mayores atractivos del producto frente al consumidor es la diversidad. Las preferencias por un tipo determinado son muy variados y esto es en función al país, uso, tipo de población al que se destinan (Diez, 2001).

Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior, textura, sabor y dureza, variedades para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto (Diez, 2001). Introducidos recientemente por una empresa Israelita los híbridos de larga vida de anaquel, este tipo de híbridos añaden alta productividad, resistencia a enfermedades y la característica de la larga vida en estantería, capacidad para soportar transporte a largas distancias. (Philouzeet *al.*, 1992).

En un país como México, el 80% de la producción de tomate se destina al consumo nacional y principalmente los tomates son de tipo saladette. Por otro lado el tomate destinado para exportación son de tipo "bola" o tipo "Beff" (grandes y carnosos) son los que demanda el consumidor norteamericano (Muñoz, 2003).

## **2.7.- Labores culturales**

### **2.7.1.- Producción de plántula**

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para trasplante a raíz desnuda. Hoy día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plástico rellenas de sustrato para trasplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 1999).

El sustrato más empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes. Los riegos por micro aspersion, se efectúan de una a dos veces diarias, según la demanda evaporativa y la fertirrigación (a partir de los 15 días de la siembra) se basa en equilibrio tipo 1/1/1 de N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/K<sub>2</sub>O, evitando los excesos para no enternecer la planta. Con ese mismo fin pueden emplearse retardadores de crecimiento (derivados de cobré o similares).

La práctica de endurecer la planta es útil para aclimatar las plantitas progresivamente al cambio de condiciones ambientales, especialmente si se destinan a cultivos al aire libre (Castilla, 2001).

### **2.7.2.- Trasplante**

En cultivo enarenado, el cepellón debe colocarse entre la arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede demasiado enterrado. En algunas regiones, antes de plantar es usual sumergir o mojar el cepellón con algún funguicida, Rodríguez *et al.* (1984) citados por Castilla (1999).

El trasplante debe realizarse con plántulas de 10 a 15 cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del trasplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

Es importante no demorar el trasplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el

trasplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto del cepellón trasplantado con el suelo circundante, que permite un buen desarrollo radical (Castilla, 1999).

### **2.7.3.-Poda de formación**

Anderlini (1976) menciona que la poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán tener más de 2-3 cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportarla. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más beneficioso limitarse a su despunte.

Howard, (1995) agrega que los brotes que no son podados a tiempo consumen gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento.

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Infoagro, 2003).

Johnson y Rock (1975) recomiendan podar a un solo tallo, donde todos los brotes axilares son removidos y las plantas son sostenidas por amarres a cadenas verticales suspendidas a un cable que cuelga sobre ellas esto permite una alta población de plantas con área foliar suficiente para un adecuado soporte para el desarrollo del fruto y una mínima interferencia con la circulación del aire.

### **2.7.4.- Aporcado y rehundido**

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de

raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

#### **2.7.5.- Tutorado**

Es una práctica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Howard, 1995). La planta se suspende mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo, sino a modo de carrete que permite soltar el hilo, permite, continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Cánovas, 1999).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (de 1.8 a 2.4 m sobre el suelo) (infoagro, 2001). Por otro lado, Zaidan y Avidan (1997) indican que esta altura debe ser entre 2.5 y 3 metros.

#### **2.7.6.- Desbrotado o Destallado**

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Johnson y Rock, 1975).

### **2.7.7.- Deshojado**

Es recomendable eliminar tanto las hojas senescentes como las hojas enfermas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. Dicha hojas deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así posible fuente de inóculo, las hojas se desprenden arrancándolas bruscamente hacia arriba, a fin de que la cicatriz quede a nivel del tallo. Solo se quitan dos a tres hojas arriba del ramillete maduro a la vez, a fin de no afectar la planta y proteger el fruto del sol lo más posible y tener un buen crecimiento vegetativo y producción de fruto. (Horward, 1995).

### **2.7.8.- Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad; Este trabajo debe realizarse tan pronto como ha amarrado el número de frutos requeridos y antes de que comiencen a engordar (llenar) los frutos indeseables (Horward, 1995).

### **2.7.9.- Bajado de plantas**

Johnson y Rock (1995) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.

3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

Atherton y Rudich (1986) señalan que persisten dudas en el sector productivo acerca de la severidad y frecuencia con que debe realizarse el bajado de planta para no afectar los rendimientos. Considerando la mano de obra y las posibilidades de transmisión de enfermedades, se recomienda que el bajado de las plantas se realice el menor número de veces durante el ciclo del cultivo.

Pilatti y Bouzo (2000) realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Mencionan que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo. Sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar la interceptación de radiación solar por el dosel y consecuentemente al rendimiento del cultivo.

Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos. Sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

#### **2.7.10.- Arreglo topológico**

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a dos plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de

perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m<sup>2</sup> (Horward, 1995). La densidad del cultivo depende del vigor de la variedad. Las densidades varían de 1.5 hasta 2.5 o 3 plantas /m<sup>2</sup>, siendo lo normal 1.9 plantas/m<sup>2</sup> según el vigor varietal, fertilidad del sustrato, salinidad del suelo y del agua de riego (Escudero, 1993).

### **2.8.1.- Fertirrigación**

Se entiende por fertirrigación la aplicación de sustancias nutritivas necesarias por las especies vegetales en el agua de riego, aplicándolos en la cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas, según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal manera que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad y mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el medio de crecimiento (Navarro, 2002).

En la fertirrigación la frecuencia de los ciclos de riego va en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, de la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo. En condiciones de invernadero de alta intensidad lumínica y acompañada de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa grandemente y como resultado la absorción del agua aumenta significativamente. Por lo tanto la frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas que provoquen un estrés hídrico con lamentables consecuencias. La duración de cualquier ciclo de riego tiene que ser suficiente para proporcionar un adecuado filtrado del medio, para que se puedan evacuar los elementos excesivos a través del sustrato; de no ser así se formarían niveles de sal que



causarían un retraso en el crecimiento e incluso una toxicidad en las plantas y su posterior muerte (Lomelí, 1999).

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es imprescindible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego. La información que debe proporcionar los análisis de aguas es la siguiente:

La conductividad eléctrica (CE) en dS/m o mmhos/cm a 25 °C. Este dato está directamente relacionado con la cantidad total de sales que contiene el agua de riego. Aguas con una CE superior a 2 dS/m limitan su uso para los cultivos sin suelo.

El valor de pH de las aguas de riego está muy condicionado por su composición iónica y, más concretamente, por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. En la gama de valores de pH comprendida entre 6 y 6.5 la mayor parte de los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles para el cultivo. En aguas carbonatadas los valores de pH están por encima de 7 y en estos casos es necesario neutralizar los carbonatos, añadiendo ácidos comerciales, generalmente ácido fosfórico y nítrico. En otros casos, y en ausencia de bicarbonatos, el valor de pH puede quedarse demasiado ácido y en este otro caso habrá que añadir algún producto alcalinizante como por ejemplo hidróxido de potasio.

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micro nutrientes. El ajuste es por medio de la relación  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  de la solución de riego, si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de  $\text{NH}_4$  con respecto al  $\text{NO}_3$  en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

En términos generales, el intervalo de riego debe ser de 3 a 5 veces por día (según el tipo de sustrato) en las primeras dos semanas después de la plantación. La frecuencia de riego irá en aumento con el desarrollo de las plantas, y alcanzará el nivel de 5-10 veces por día durante el máximo consumo. La lámina diaria será dividida durante el día (Zaidan y Avidan 1997).

Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).

<b>Estado de la planta</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Plantación y establecimiento</b>	100 – 120	40 – 50	150 – 160	100 – 120	40 – 50
<b>Floración y cuajado</b>	150 – 180	40 – 50	200 – 220	100 – 120	40 – 50
<b>Inicio de maduración y cosecha</b>	80 – 200	40 – 50	230 – 250	100 – 120	40 – 50
<b>Época calurosa (Verano)</b>	130 – 150	35 - 40	200 - 220	100 - 120	40 - 50

Lupinet *al.* (1996) señala que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fosfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación.

Bajo condiciones de altas deficiencias de calcio encontraron que los primeros síntomas visuales de deficiencia se producen en las hojas más jóvenes, reduciéndose la altura de la planta hasta un 67% mientras que en las cultivadas con baja deficiencia los síntomas se retrasan, las raíces se obscurecen y disminuyen su tamaño, y el tamaño de la planta se reduce hasta un 48 %. La deficiencia inducida de calcio provoca la inhibición del

crecimiento de las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico (Sanz et al., 2000).

Ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, mono fosfato de amonio, mono fosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micro nutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ejemplo, sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 1999).

Magán (2002) mencionó que para que un sistema de cultivo sin suelo pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima los siguientes elementos:

- Aireación
- Agua
- Solutos
- Temperatura

Cualquier sistema de cultivo sin suelo adoptado funcionará tanto mejor cuanto más óptimamente proporcione los elementos antes mencionado. Así, los sistemas con sustrato dependerán muy directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire/agua, mientras que en los hidropónicos es la aireación el principal problema, al contrario de lo que sucede en los aeropónicos, en los que la dificultad estriba en mantener humedecida toda la raíz.

### **2.8.2.- Polinización**

Rodríguez *et al.* (1997) menciona que los factores que influyen en el problema de la polinización del tomate bajo invernadero son los siguientes: La calidad de la flor, la iluminación, humedad relativa y temperatura.

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el viento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización. Esto puede efectuarse moviendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico parecido a un cepillo de dientes eléctrico, al que se hayan quitado las cerdas. Los vibradores se acercan durante breves momentos a las ramas portadoras de los racimos florales, pudiendo observarse la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo.

La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. Las plantas deberán polinizarse al menos cada dos días, puesto que las flores permanecen receptivas unas 48 horas, efectuando esta operación entre las 11:00 AM y las 3:00 PM en días soleados, para obtener los mejores resultados. La investigación ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto, y posterior desarrollo de éste. Una humedad más elevada guarda el polen húmedo y pegadizo, con excepción del mediodía, y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad de polen desde las anteras hasta el estigma. Un ambiente demasiado seco, con humedad relativa inferior al 60 - 65% causa la desecación del polen. Las temperaturas del invierno no deberán bajar 15 °C durante la noche, ni exceder de 29 °C durante el día. Con temperaturas superiores o inferiores, la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico se ven fuertemente reducidos.

Dogterom y Plowright (1998) en un estudio realizado para medir el efecto de la polinización de tomate en invernadero por medio del abejorro

(*Bombus vosnesenskii* Radoszkowsk) fue determinado en la medición del tamaño de fruto y su contenido de semilla., la polinización del abejorro fue comparada en los tratamientos: Sin polinización, polinización manual y polinización manual más abejorro. Los resultados encontrados indicaron que las flores polinizadas con abejorros, produjeron frutos más grandes que las flores que no fueron polinizadas con abejorros y que la forma del fruto no fue afectada por la polinización con abejorros. Los resultados muestran que el *Bombus vosnesenskii* es un efectivo polinizador dentro del invernadero.

## **2.9.- Índice de cosecha y calidad**

La recolección es una operación cultural de la mayor importancia porque, por un lado su costo es muy elevado (en algunos casos alcanza hasta el 50-60% del costo total del cultivo) y por otro tiene una influencia considerable sobre la calidad del producto que se presente a la industria y al consumidor (Rodríguez, 2001).

Según Trevor et al. (2002) las normas para cosechar tomates. La mínima madurez para cosecha (Verde Maduro 2, Mature Green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso está presente en al menos un lóculo y se está formando en otros.

La maduración del tomate comprende una serie de cambios físicos y químicos que ocurren en el fruto fisiológicamente maduro dando lugar a un producto atractivo por su apariencia externa, aroma y sabor. Dentro del proceso madurativo, también se destaca la degradación del almidón y el aumento de los azúcares reductores, mientras que los ácidos orgánicos disminuyen (Willset al., 1989). Como típico fruto climatérico, la producción de etileno se incrementa con el avance de la maduración (Murray y Yommi, 1995).

### **2.9.1.- Calidad del fruto**

Arias y Burgués citado por Pérez, (2003) dicen que el tomate, debe estar suficientemente maduro, firme compacto y sin indicios de maduración excesiva. También debe ser sano, libre de microorganismos, enfermedades o insectos que le causen daño. No debe presentar grietas, cicatrices, rajaduras, ni quemaduras. Debe de estar limpio, libre de residuos de productos químicos o cualquier cuerpo extraño y debe corresponder a las indicaciones de calidad.

Prado citado por Pérez (2003), menciona que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles. Ambos índices están correlacionados con la calidad, se utiliza normalmente el contenido en sólidos solubles (°Brix) por ser más fácil de determinar.

Los parámetros de calidad relacionados con el proceso de maduración deben presentar la mayor homogeneidad posible, por ello es fundamental que haya uniformidad de color, calibres y consistencia entre frutos de un mismo racimo y entre distintos racimos, por otro lado es deseable que la firmeza del fruto sea elevada, y que estos tengan suficiente aguante desde su maduración en rojo hasta su consumo (Blatta,2001).

La calidad de fruto está principalmente relacionada con su color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte (Castilla. 2001).

La calidad estándar del tomate se basa principalmente en su forma uniforme y en que esté libre de defectos de crecimiento y de manejo. El tamaño no es un factor del grado de calidad pero puede influir fuertemente en las expectativas de su calidad comercial.

**Forma.-** Bien formado (redondo, en forma de globo, globo aplanado u ovalado)

**Color.-** Color uniforme (de naranja-rojo a rojo profundo; amarillo ligero). Los hombros que no estén verdes.

**Apariencia.-** Lisa y una pequeña cicatriz en el extremo distal y en el extremo del pedúnculo. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato, sutura, quemado de sol, daño por insectos y daño mecánico o magulladuras.

**Firmeza.-** Que sea firme al tacto. Que no este suave y que no se deforme fácilmente debido a su condición de sobre maduro. Los tomates que crecen en invernadero solamente son de grado No. 1 y No.2 de U. S. (Trevor y Cantwell, 2002).

### **2.9.2.- Grados Brix (° Brix)**

Se le llama grados brix, a las sustancias solubles en agua, que reflejan la cantidad de sólidos totales que contienen los frutos en por ciento. A mayor valor es más deseable; un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno. Además, este investigador encontró una relación directa entre sólidos solubles y firmeza; a mayor concentración de sólidos, mayor la firmeza (Osuna, 1983).

En manejo de cultivo intensivo con suelo, hace referencia a lo siguiente: El contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate. Valores de pH inferiores a 4.4 y contenido de azúcares al 4 - 4.5% son necesarios para un buen sabor. En condiciones de baja radiación y temperatura, como ocurre en el cultivo protegido en invernadero, donde las condiciones en materia seca del fruto pueden ser inferiores al 3.5%, resulta difícil alcanzar esos mínimos de azúcares requeridos para un buen sabor (Castilla, 2001).

Cuartero *et al.*, (1999) indican que la salinidad afecta el sabor de los frutos al influir en la concentración de azúcares y ácidos. Recomiendan utilizar agua moderadamente salina (3-6 ds/m) para mejorar la calidad de los frutos que se van a procesar como pasta y sirve para fijar precio de compraventa en el mercado.

## **2.10.- Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero**

Fonseca (2000) para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15Kg/m<sup>2</sup>. Por otro lado, Santiago (1995) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 kg/ planta mientras que para sólidos solubles reporta que los frutos presentaron de 4 a 5 grados Brix. De acuerdo a Cotter y Gomez (1981) para que una producción se considere exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton/ha/año.

Rodríguez (2002) en un estudio realizado para evaluar la producción de tomate en invernadero en el ciclo otoño invierno encontró diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron, Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El peso del fruto fluctuó entre 167 y 70.1 gr y el genotipo de mayor peso fue Red Chief.

Santos (2002) en un estudio para evaluar rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación encontró para las variables altura e inicio de floración que el genotipo Brillante presento mayor altura con 222.7 cm. Y fue el más precoz, floreando a los 33 días, misma que presento mayor espesor de pulpa con 0.88 cm. Para peso de fruto y número de lóculos Belladona presentó los mayores valores. El rendimiento promedio obtenido fue de 120 ton ha<sup>-1</sup>.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema control de temperatura reporta rendimiento de 173.7 ton /ha. En la variable altura reporta para el genotipo Gabriela una altura de 249.3 cm mientras que para el híbrido Andre encontró una altura de 216.6 cm.

López (2003) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontró diferencias altamente significativas en las variables de calidad excepto en espesor de pulpa. Reportó a los



mejores híbridos y estadísticamente iguales para rendimiento fueron Bosky, Andre y Gabriela con 221.5, 215.9 y 199.3 ton ha<sup>-1</sup>. Estos genotipos también presentaron la mayor altura con 264.4 cm.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajío, Guanajuato, y en el municipio de Texcoco, estado de México, con este tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15Kg/m<sup>2</sup> con un ciclo de producción de 6 a 7 meses, mientras que en invernaderos de alta tecnología se puede obtener producciones de 52 Kg/m<sup>2</sup> con un ciclo de cultivo de once meses (Hoyos, 2003)

### **2.11.- Genotipos evaluados.**

**Aníbal.-** Planta vigorosa muy productiva, se ha observado buena adaptación en invernadero, tanto en malla sombra como en campo abierto. Los frutos tipo oval muy uniformes en tamaño y forma, buen grosor de pared y firmeza, predomina el tamaño mediano a grande. es recomendado para mercado fresco.

**Rafaelo.-**Planta de buen vigor con buena cobertura foliar, es precoz y muy productiva de frutos grandes y extra grandes con forma de corazón alargada. Esta es de forma indeterminada permite obtener mayor incremento en su cosecha desde los primeros racimos por su precocidad y tamaño de fruto. Ha mostrado excelentes resultados bajo la agricultura protegida.

**Vengador.-**Planta de buen vigor con buena cobertura foliar, es precoz y muy productivo de frutos medianos y grandes, permite obtener al agricultor incremento en su cosecha desde los primeros racimos por su precocidad y tamaño de fruto.

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.- Localización y tipo de invernadero

Este experimento se llevo a cavo en carretera Paso del Águila a la Concha # 310, Colonia Ejido Paso del Águila, Torreón, Coahuila, México. En el periodo de diciembre–julio de 2011 en un invernadero de tipo semicircular compuesto de cubierta de plástico (polietileno), la ventilación del invernadero, cuenta con piso de grava y no tiene calefacción.

#### 3.2.- Ubicación

Se ubica en las coordenadas geográficas de 103° 25' 57" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud norte, con una altura de 1123 msnm (CNA, 2002).

#### 3.3.- Clima

Palacios (1990) define el clima de la región como bWhw (f), es decir, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C,

Presentando su valor más bajo en enero y él más alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes más lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes más seco solo alcanza 1.5 mm; La humedad varia en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno de un 43.1% (CENID-RASPA, 2000).

### **3.4.- Genotipos**

En el periodo diciembre-julio se evaluaron 3 genotipos de crecimiento indeterminado, Aníbal, rafaelo y vengador. Que tienen las características de larga vida de anaquel para determinar cual de los tres genotipos es el más rendidor y cual tiene mejores características de calidad de fruto.

### **3.5.- Siembra y trasplante**

La siembra se realizó el día 5 de diciembre del 2010, en charolas germinadoras de 200 cavidades, usando PeatMost, posteriormente se realizó el trasplante el 18 de Enero del 2011. Se utilizaron bolsas de polietileno negro de 20 litros de capacidad y se acomodaron a 30 cm entre planta y planta a doble hilera, estas a 1.80 m entre pasillos, con una superficie de 3.7 plantas por m<sup>2</sup>. Para la realización del trasplante se humedeció completa y previamente un día antes cada maceta, colocándose una planta por maceta a una profundidad aproximada de 15 cm.

### **3.6.- Diseño experimental**

El diseño experimental empleado y fue bloques al azar con 3 tratamientos y la unidad experimental fueron 20 repeticiones por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>.

### **3.7.- Manejo del cultivo**

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, ésta se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se en tutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo. Conforme fue creciendo la planta se enredó en el tutor (rafia).

### **3.8.- Polinización**

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización por medio de viento (ventilador) y vara el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 segundos se sé hacia cada tercer día para tener mayor amarre de frutos.

Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena. Además facilita la recolección de frutos.

### **3.9.- Fertilización y riegos**

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día por fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base los resultados citados por Zaidan y Avidan (1997).

Pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, (Cuadro 3.5). Para evitar acumulaciones de sales se dieron lavados de macetas cada quince días durante el desarrollo del experimento.

### **3.10.- Control de plagas y enfermedades**

Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, desde las charolas hasta la cosecha. Los agentes causales de las enfermedades encontradas se identificaron colocando tejido dañado previamente desinfectados en medio de cultivo papa dextrosa-agar (PDA) y mediante observaciones directas en el microscopio compuesto. Para evaluar la incidencia se contaron el número total de plantas y mediante observaciones visuales semanales, se cuantificó el número de plantas enfermas para determinar su porcentaje. Sistema de riego, posteriormente las revisiones se hicieron visualmente.

### **3.11.- Cosecha**

La cosecha de los genotipos evaluados, Aníbal, rafaelo y vengador se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presento un color rojo promedio de entre el 30 % pero no más del 60 %, ya que son los requeridos de clasificación por color del USDAAMSFV (1975).

### **3.12.- Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, nudos, inicio de floración, final de floración, calidad del fruto y rendimiento en ton ha<sup>-1</sup>. La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, °Brix, espesor de pulpa, color exterior e interior, hombros y número de lóculos en cada fruto, empleando para ello Vernier, báscula de precisión, refractómetro y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres.

### **3.13.- Análisis estadísticos**

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *StatisticalAnalysisSystem(SAS)* versión 6.12 (SAS, 1998); aunado a lo anterior, se realizaron análisis de regresión para determinar la relación existente entre las variables en cuestión, mediante el mismo paquete estadístico.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.- Desarrollo vegetativo

Los 3 genotipos, Aníbal, Rafaelo y vengadorde tomate cultivados en primavera– verano 2011 son de crecimiento indeterminado. Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo eventualmente el espacio entre hileras.

#### 4.1.1.- Altura de la planta

En la variable altura de la planta se encontró diferencia significativa entre genotipos, con una media de 2.40 m de altura y con un coeficiente de variación de 7.28%, de significancia sobresaliendo el genotipo Aníbal con 2.62 m de altura, mientras que el genotipo de menor valor fue vengador con 2.14 m de altura (Cuadro 4.1).

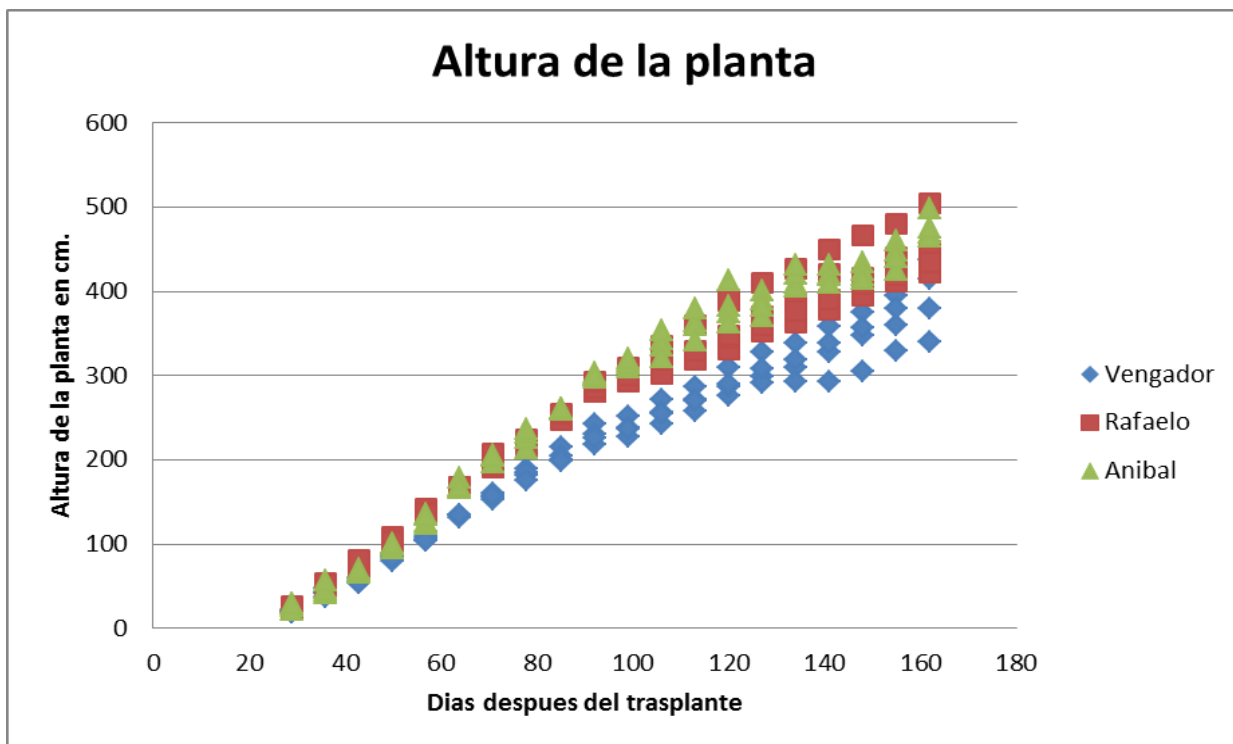
Ríos (2003) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero con cubierta de polietileno sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta que el genotipo Aníbal en la variable altura tuvo un valor de 245.6 cm, el cual no concuerda con los obtenidos en este trabajo.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los citados por Ríos y Hernández (2003) quienes evaluando 18 híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontraron diferencias altamente significativas en esta variable, reportando una media de 219.8 cm.

**Cuadro 4.1.1.- Ecuaciones de regresión para la variable Altura de planta (cm) en tres híbridos de tomate UAAAN-UL. 2012.**

Genotipos	Ecuación de regresión*	r <sup>2</sup>	Altura a 60 días
Vengador	$y = 2.7465x - 46.058$	0.97	118.7
Rafaelo	$y = 3.4455x - 54.134$	0.96	152.5
Aníbal	$y = 3.2483x - 45.276$	0.96	149.6

\*días después del trasplante = x; y= Altura.



#### 4.1.2.-Peso promedio del fruto (gr).

El análisis de varianza mostró diferencias no significativas entre los genotipos, mostrando un peso promedio de 145.03 g y un coeficiente de variación de 41.89. Los genotipos de mayor peso, estadísticamente fueron, Anibal y Rafaelo con 94.75 y 91.42g, respectivamente, siendo el de menor peso, Vengador con 82.27g.

Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerdan con los citados por Hernández (2003), quien evaluó genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, en el cual obtuvo una media de 136.4 g, tampoco concuerda con los citados por Rodríguez (2002) que tuvo una media de 111.1

Mediante los resultados obtenidos de los tres genotipos evaluados la comparación de la variable en peso de fruto la variedad que dio mayor peso o resultado fue el genotipo Aníbal.

Cuadro 4.1.2.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable Peso de Fruto. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>Peso de fruto (g)</b>
Anibal	94.75
Rafaelo	91.42
Vengador	82.27
Media	91.38
CV	41.89

#### 4.1.3.- Diámetro polar (cm).

En esta variable se encontró diferencia significativa entre genotipos, con una media de 6.49 cm de diámetro polar y con un coeficiente de variación de 20.89 %, sobresaliendo el genotipo Rafaelo con 6.88 cm de diámetro polar, siendo estadísticamente diferente a los otros 2 genotipos, mientras que el genotipo de menor valor fue vengador con 6.28cm de diámetro polar (Cuadro 4.1.3).

En cuanto a diámetro polar, los resultados obtenidos en este trabajo superaron a los citados por Rodríguez (2002), y también a los citados por Hernández (2003) quien este ultimo reporta para Rafaelo 6.88.

Cuadro 4.1.3.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable diámetro polar. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>Diámetro polar(cm)</b>	
Anibal	6.38	b
Rafaelo	6.88	A
Vengador	6.28	B
Media.	6.49	
CV.	20.89	



#### 4.1.4.- Diámetro ecuatorial (cm).

En el análisis de varianza para esta variable se encontraron diferencias significativas mostrando una media de 4.54 cm de diámetro con un coeficiente de variación de 19.62 %, el genotipo de mayor diámetro fue, anibal con 4.68cm y el de menor diámetro lo presento rafaelo con 4.35, siendo anibal diferente estadísticamente a Vengador y a Rafaelo. (Cuadro 4.1.4).

Para esta variable Hernández (2003) reporta un diámetro ecuatorial para el genotipo vengador de 4.82 cm, lo cual no concuerda con el obtenido en el presente trabajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos la variedad que dio mayor diámetro ecuatorial fue el genotipo Aníbal y vengador, lo cual estadísticamente son los mejores.

Cuadro 4.1.4.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de diámetro ecuatorial. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>Diámetro ecuatorial(cm)</b>	
Anibal	4.68	A
Rafaelo	4.35	B
Vengador	4.52 <sup>a</sup>	B
Media.	4.54	
CV.	19.62	

#### 4.1.5.- Acumulación de solidos solubles (° Brix).

En el análisis de varianza de esta variable arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 4.43 °Brix y con un coeficiente de variación de 10.44%, sobresaliendo el genotipo Rafaelo con

4.66 °Brix, siendo estadísticamente igual a Vengador, mientras que el genotipo que presentó menor en esta variable fue anibal con 4.14 °Brix y es diferente estadísticamente a los anteriores. (Cuadro 4.1.5).

En cuanto al resultado de esta variable no concuerda con los citados por Hernández (2003) quien obtuvo para el genotipo vengador 4.70 °Brix, mientras en este resultado se obtuvo un valor más bajo el cual fue de 4.59 °Brix, y tampoco concuerdan con los citados por López (2003).

Estadísticamente la variable de sólidos solubles el genotipo rafaelo esta en el rango óptimo de acuerdo con la variable y autores.

Cuadro 4.1.5.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de brix. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>°Brix</b>	
Anibal	4.14	B
Rafaelo	4.66	A
Vengador	4.59	A
Media	4.43	
CV.	10.44	

#### **4.1.6.- Espesor de la pulpa (cm).**

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos, obteniéndose una media de 0.66 cm y un coeficiente de variación de 31.93, el mayor espesor lo presentó Aníbal con 0.71 cm y es estadísticamente diferente a Rafaelo y a Vengador., siendo el de menor espesor de pulpa el genotipo Vengador con 0.61 cm (Cuadro 4.1.6).

Estos resultados no coinciden con Hernández (2003) quien reporta una media de 0.79 cm, obteniendo el mayor espesor vengador con 0.99 cm el cual supera al de la presente investigación ya que se encontró para el mismo genotipo un promedio de 0.79 cm. También López (2003) reporta

para el genotipo rafaelo 0.72 cm, mientras que en este trabajo el resultado para el mismo genotipo fue de 0.66 cm.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo el genotipo Aníbal nos representa una variable de espesor de pulpa óptima para el consumo en fresco.

Cuadro 4.1.6.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de espesor de pulpa. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>Espesor de pulpa</b>	
Aníbal	0.71	A
Rafaelo	0.66	B
Vengador	0.61	B
CV.	31.93	
Media	0.66	

#### **4.1.7.- Número de lóculos**

El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre los genotipos para esta variable, presentando una media de 2.78 y un coeficiente de variación de 21.99 %, presentando el mayor número de lóculos los genotipos vengador y rafaelo con 3.33, 2.62 respectivamente, mientras que el menor número de lóculos lo presento Aníbal con 2.45 número de lóculos (Cuadro 4.1.7).

Hernández (2003) reporta para el genotipo vengador y rafaelo 2.70 y 3.42 lóculos, estos resultados no concuerdan con los obtenidos en esta investigación ya que para los mismos genotipos se tuvieron para rafaelo 2.62 y para vengador 3.33 números de lóculos. Tampoco concuerdan con los citados por López (2003).

Cuadro 4.1.7.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable numero de lóculos. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>Numero delocus</b>	
Aníbal	2.45	C
Rafaelo	2.62	B
Vengador	3.33	A
CV.	21.99	
Media	2.78	

#### **4.1.8.- Producción por unidad de superficie (ton/ha).**

El análisis para la variable rendimiento arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 109.46t/ha y un coeficiente de variación de 35.54, se encontró un grupo de significancia sobresaliendo el genotipo Aníbal con 126.54 t/ha mientras el genotipo de menor rendimiento fue vengador con 82.28 t/ha (Cuadro 4.1.8).

Estos resultados superaron a los citados por Rodríguez (2002), también a los citados por Ríos (2002) quien reporta para el genotipo rafaelo 115.09 t/ha. Los genotipos evaluados en esta investigación no concuerdan con los citados por López (2003) ni con los de Santos (2002), tampoco con los de Hernández (2003). Cabe mencionar que todos los autores trabajaron con genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero rustico.

Cuadro 4.1.8.- Comparación de medias de los diferentes genotipos de tomate para la variable de producción por unidad de superficie. UAAAN-UL. 2012.

<b>GENOTIPOS</b>	<b>Tonelada/ha</b>	
Aníbal	126.54	A
Rafaelo	119.56	A
Vengador	82.28	B
CV.	35.54	
Media	109.46	

## **V.- CONCLUSIÓN**

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

Que los genotipos Aníbal y Rafaelo, fueron los que mejores resultados obtuvimos en cuanto a las características del fruto, como son: Espesor de pulpa, Numero de lóculos, Diametro polar y ecuatorial, y grados brix, asi como en producción por unidad de superficie.

De acuerdo a estos resultados el genotipo Aníbal y Rafaelo pueden ser ampliamente recomendados para producción comercial bajo condiciones de invernadero.

Se sugiere seguir evaluando el presente trabajo.

## VI.- RESUMÉN

El tomate es el cultivo más explotado en condiciones de invernadero en el mundo, debido a su alto consumo y a su capacidad de producción, en la Comarca Lagunera se siembran alrededor de 900 has en cielo abierto con una producción de 19 ton/ha. Por lo anterior es necesario desarrollar un paquete tecnológico para obtener rendimientos altos y buena calidad en condiciones de invernadero en la época de noviembre a enero, cuando la producción de tomate es escasa y por lo tanto su precio es alto.

La producción de tomate en invernadero con riego por goteo y sustrato de arena permite que los genotipos, Aníbal, Rafaelo y vengador se desarrollen con mayor vigor incrementando su rendimiento y calidad.

Durante diciembre-julio del 2011 se estableció un experimento de tomate en el invernadero y riego por goteo, con el objetivo de seleccionar los genotipos con más altos rendimientos, aceptable calidad de fruto; a las condiciones de la Comarca Lagunera.

El diseño experimental empleado fue bloques al azar con 3 tratamientos (Rafaelo, Anibal y Vengador), la unidad experimental fueron 20 repeticiones por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>.

Los genotipos que mejor comportamiento tuvieron son: Anibal y Rafaelo, ya que mostraron las mejores producciones por unidad de superficie (126.5 y 119.5, respectivamente), así como en las características del fruto como son: Peso del fruto (82.2 y 91.4, respectivamente), Diámetro a la altura (4.52 y 4.35 respectivamente) y polar (6.28 y 6.88, respectivamente), acumulación de sólidos (4.59 y 4.66 respectivamente) y Número de lóculos, con 2.45 y 2.62, respectivamente.

Palabras clave: Agricultura protegida, híbridos, calidad, rendimiento y producción.

## VII. LITERATURA CITADA

- Anderlini, R. 1976. El cultivo del tomate. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Aguilar, A. C. P. 2002. Rendimiento y Calidad de dos Híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coah., México. P. 33
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. México. Pp. 76-77
- Anónimo. 2004. La composta. <http://www.coedehgo.gob.mx/servicios/educa/composta.htm>  
Consultado el 06 de octubre de 2009.
- Asaf, A. 1990. Fertigation in greenhouse on sand dunes. Proceedings 5<sup>th</sup> International Conference on Irrigation. Tel Aviv, Israel. Pp. 79-87.
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. Pp. 1-9. *Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.*
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. *En:* curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174

- Blancard, D. 2006. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Bouzo, C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional de Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, diapositivas 102-104. *En: Memorias del 1<sup>er</sup> Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas.* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cano, P.; Moreno, A.; Márquez, C.; Rodríguez, N. y Martínez, V. 2005. Producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. En XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ\_UJED. Memorias. (9; 2005). Gómez Palacio, Durango, México. Pp. 48-54.
- Cano, P.; Rodríguez, N.; Chef, Y.; Jiménez, F. y Nava, V. 2002. Identificación de plagas y enfermedades del tomate bajo condiciones de invernadero. En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002) Gómez Palacio, Durango, México. UJED. Pp. 226-230.
- Canovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos Comunes y Diferencia de los Cultivos con y sin Suelo. Curso Superior Sobre Especialización: Cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España. Pp. 29-42.



- Carvajal, M. A. Cerda y V. Martínez. 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders plant Growth Regulation. Pp. 37-47.
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. 3ª Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105
- Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México pp. 191-211
- Castilla, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México pp. 191-225.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. *In*: (Ed). F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México. Pp. 43-87
- CNA, 2009. Coordenadas geográficas de torreón. Disponible en: <http://www.cna.gob.mx/> fecha de consulta: 01 de diciembre de 2012.
- Cuartero, J., Báugena, M. 1999. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196-211. Cultivo del tomate. Editorial Mundi-prensa. México.
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. Pp. 93-129 *En*: Nuez (Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México.

Edmond, J. B. 1981. Principios de horticultura. CIA: Editorial Continental S. A de C. V. Sexta reimpresión. México D.F

Esquinas, A. J. y F. V. Nuez. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. *In:* (Ed). F. Nuez. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México.Reimpresión Pp. 13-23.

FAO. 2001. Organic agriculture. Committee on Agriculture, 15th Session, 25 - 29 de enero 1999, COAG/99/9. Disponible en: [www.fao.org/docrep/meeting/X0075E.htm](http://www.fao.org/docrep/meeting/X0075E.htm).

Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM) y el Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica. 2009. "El mundo de la Agricultura Orgánica: Estadísticas y Nuevas Tendencias de 2009". [En línea] <http://aaoch.cl/node/79> fecha de consulta:01de diciembre de 2012.

Felipe, E. F.; E. Cassanova, O. 1999. Evaluación de la hoja número 3 como muestra representativa para el análisis Nitrógeno, Fósforo y Potasio en tomate. Venezuela.

Fernández, R. E. J., Camacho, F. F. y Ricardez, S. M. 2004. Tomates, producción y comercio, Edición de Horticultura, Barcelona, España. P 35.

Figuroa, V. U. y Cueto W. J. A. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Ponencia presentada como parte del curso: "Abonos

Orgánicos", impartido dentro del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. 15 de octubre de 2002. Torreón, Coahuila, México.

FIRA. 2003. Agricultura Orgánica. Boletín informativo. Núm. 322 Volumen XXXV 10a. Época Año XXXI Diciembre 2003. Disponible En: [http://www.fira.gob.mx/Boletines/boletin013\\_15.pdf](http://www.fira.gob.mx/Boletines/boletin013_15.pdf)

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. México.

Godínez, J. A. 2003. Los fertilizantes en México. *En*: fertilizantes y enmiendas de origen mineral. H. Nelson y R. Sarudiasky. Ediciones panorama minero.

Gómez, C., M. A., Gómez T. L., y Schwentesius R. R. 2001. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización, Mundi-Prensa Universidad Autónoma Chapingo, tercera edición, México, 224 p.

Hazera. 1999. Quality seeds Ltd (HAZERA) quality seeds tomato. Ficha técnica. Israel.

Hernández, C. L. A. 2004. Producción de cuatro Híbridos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Condiciones de Invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coah., México. P.72.

- Herrera, G. R. 2007. Evaluación de diferentes sistemas de fertilización orgánica con tres híbridos de tomate bola. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coah., México. P. 81.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin, Israel.
- Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. Pp. IPI. International PotashInstitute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura-International PotashInstitute, Coordination India. c/o DSW, PotashHouse, P. O. Box 75, BeerSheva, 84100, Israel. E-mail: [patricia@dsw.co.il](mailto:patricia@dsw.co.il)
- Infoagro, 2004. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp,2004>). (13 de noviembre. De 2012).
- INTA.2009. Calidad de tomates para consumo en fresco: color y sabor. Disponible en: [www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/.../pdfs/fyd49\\_tomate.pdf](http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/.../pdfs/fyd49_tomate.pdf) fecha de consulta: 06 de noviembre de 2012.
- Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlán, Jalisco, México.
- López, A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 11 de marzo.
- López, J. M. Dorais; N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varyng 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.

Lupin, M. Magen y Z. Gambash.1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. Fertilizer News, the fertilizer association of India (FAI). 41:69-72.

Macilwain, C. 2004. Organic: is it the future of farming. Nature 428:792-793.

Magan, C. J. J. 2002. Sistema de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas. Caja Rural Almería, España. Pp. 173-205.

Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea especial. Cuarta ed. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España. Pp. 355-399.I.

Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2004. Producción de tomate orgánico bajo invernadero, En: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J. AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, Fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. Pp. 1-11

Mejía, G. H.; S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis comparativa de la Mosquita Blanca *Bemisia tabaci* Genn y *B. argentifolli* B. y P. (Homóptera: *Aleyrodidae*). En: Anaya R. S. (Ed). Hortalizas, plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México, D.F. Pp. 132-146.

- Michel, M. R. 2007. Evaluación de un Híbrido de Tomate con Fertilización Orgánica e Inorgánica con diferentes Sustratos Bajo Invernadero. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coah. México. P. 77.
- Moreno, I. T. 2002. Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto Nacional de Empleo, centro de formación profesional ocupacional de horticultura. C/Remata s/n - CP.04407/. Almería, España. Telefax: (34) 950244833. morenote@wanadoo.es
- Muñoz, R. J. de J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. Manual de Producción Hortícola en Invernadero INCAPA. México. Pp. 229-230.
- Navarro, G. M. 2002. Nutrición vegetal balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. *In: Memorias del 2º Simposio Nacional de Horticultura*. Saltillo, Coahuila, México. 07-11 de Octubre.
- Nuez, V. F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp. 626-669. *In: (Ed) F. Nuez*. El cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Ortega, A. L. D. 1999. "Mosquita blanca Vectores de virus en hortalizas. Pp. 149-150. *En: Anaya R. S. (Ed)*. Hortalizas plagas y enfermedades. Ed. Trillas. México.
- Porta, J. L.; Acevedo, M; Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura del medio ambiente. Tercera edición. Editorial Mundi-Prensa. Pág. 929.
- Quintero, A. 2004. La composta. Curso sobre agricultura orgánica. Guadalajara, Jalisco, México. INCAPA.

- Resh, H. M. 1997. Cultivos Hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp. 275, 279, 425-472.
- Rhoades, J. D. y J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated agriculture. In: irrigation of. Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. Pp. 143.
- Rodríguez, M. R. y Jiménez, D. F. 2002. Manejo de invernadero. In: Memorias de la XIV semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. México. Pp. 58-65.
- Rodríguez, S. F. 1997. Fertilizantes Nutrición vegetal A. G. T. Editor S. A. Pp. 58-65.
- Romero, R. Arad. T. y Soria. 1999. Univ. Murcia. 30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal. Septiembre-1999. Pp. 1-34.
- Rosen, J. C. and Bierman M. P. 2005. Using manure and compost as nutrient sources for vegetable crops. University of Minnesota, extensionservice. USA. Pág. 12.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. P 143
- Sáenz, M. A.; A. Blanco, E. Monge y J. Val. J. 2001. Caracterización de la Deficiencia de Calcio en la Planta de Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. ITEA VOL. 97. Nº 1 Pp. 26-38

SAGARPA. 2009. México, importante productor mundial de alimentos orgánicos. Disponible en: <http://www.sagarpa.com.mx> fecha de consulta: 06 de noviembre de 2012.

Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. P 45

Sánchez, L. A. y Sandoval, M. M. 1999. Sistemas de podas en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de larga vida de anaquel. Horticultura Mexicana, VII Congreso de Horticultura. 7:1 Pp. 116.

SAS.1998. Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1 (SAS, 1998). Edition Cary N: C: United States of América.

Schlermeler, Q., 2004. Organic World View. Nature 428: 794-795.

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

Stevens, M. A., Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. En: "Atherton, J. G. and Rudich, J." Ediciones the tomato crop. Chapman and Hall. London, New York. Pp. 35-102.

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



- Towrer, E. Moshkuits, H., Rosenfeld, K. Shaked R. and M. Cohen. 1998. Varietal difference in the susceptibility to pointed fruit malformation in tomatoes: historical studies of the ovaries. *Scientia Horticulturae* Elsevier 77 (1998) pp. 145-154
- Trigui, M.; S. F. Barrington, and L. Gauthier. 1999. Effects of humidity on tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Truss) water uptake, yield, and dehumidification cost. *Canadian Agricultural Engineering*. Vol. 41-3 Pp. 135-140.
- Valadéz, L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. pp. 189-222.
- Van de Vooren, J. G., W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. *En: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The tomato crop* Chapman and hall. London: 581-623).
- Zaidan, O. y A. Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- Zamorano, U. J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. *Claridades agropecuarias*. p. 3-4.

## VIII. APÉNDICE

Cuadro1. A. Análisis de varianza para la variable peso de fruto de los genotipos de tomate evaluados. UAAAAN-UL. 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipos	2	3310.4056	1655.2028	1.13	0.3256NS
Error	333	488235.5200	1466.1727		
Total	335	491545.9256			

C.V. 41.89811

Cuadro 2. A. Análisis de varianza para la variable Diámetro polar en los genotipos de tomate evaluados. UAAAAN-UL. 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipos	2	21.2100059	10.6050029	5.75	0.0035*
Error	333	613.7857084	1.8432003		
Total	335	634.9957143			

C.V. 20.89833

Cuadro 3. A. Análisis de varianza para la variable Diámetro ecuatorial en los genotipos de tomate evaluados. UAAAAN-UL. 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	2	6.1344659	3.0672330	3.86	0.0220*
Error	333	264.4369329	0.7941049		
Total	335	270.5713988			

C.V. 19.62497

Cuadro 4. A. Análisis de varianza para la variable Sólidos Solubles en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	2	18.62850408	9.31425204	43.29	<0.0001**
Error	333	71.65503758	0.21518029		
Total	335	90.28354167			

C.V. 10.44862

Cuadro 5. A. Análisis de varianza para la variable Espesor de Pulpa en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipos	2	0.61615150	0.308080075	6.76	0.0013**
Error	333	15.18571350	0.04560274		
Total	335	15.80187500			

C.V. 31.93241

Cuadro 6. A. Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipos	2	49.5047724	24.7523862	65.91	<0.0001**
Error	333	125.0666532	0.3755755		
Total	335	174.5714286			

C.V. 21.99946

Cuadro 7. A.Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2012.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipos	2	22656.3100	11328.1550	7.48	0.0013**
Error	333	86302.9424	1514.0867		
Total	335	108959.2523			

C.V. 35.54808