

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**REDIMIENTO Y CALIDAD DE TRES HIBRIDOS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO CON
FERTIRRIGACION**

P O R :

JULIAN SANTOS CASTILLO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRES HÍBRIDOS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO CON FERTIRRIGACIÓN**

P O R:

JULIAN SANTOS CASTILLO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO
DICIEMBRE DE 2002**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
 UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JULIAN SANTOS CASTILLO QUE SE SOMETE A
 CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO REQUISITO
 PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


 DR. PEDRO CANO RÍOS


ASESOR:


 ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

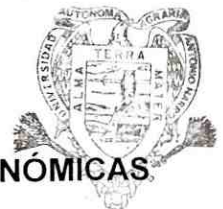
ASESOR


 M. C. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ

ASESOR:


 M. C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS


 ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
 COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JULIAN SANTOS CASTILLO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE



DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL




ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL



ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL SUPLENTE



M. C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS



ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS
UAAAAN UL**

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO
DICIEMBRE DE 2002**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir, la capacidad de seguir adelante y alcanzar este peldaño, así como también por cuidar y dar salud a mi familia.

A MI ALMA TERRA MATER, por haberme cobijado proporcionado todos los elementos necesarios para formarme como profesionista.

Con todo respeto al Dr. Pedro Cano Ríos, por su valiosa orientación, apoyo y paciencia para llevar a cabo la realización de esta investigación.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto por su amistad, apoyo y motivación para realizar este trabajo de tesis.

Al Ing. Alejandro Moreno Resendez, por su valiosa colaboración en la revisión y sugerencias de este trabajo.

Al Ing. Norma Rodríguez Dimas por transmitirme sus conocimientos tan valiosos y por apoyarme en el trabajo de invernadero.

A la Fundación Produce Coahuila, Fundación Produce Durango y al Patronato para la Investigación y Fomento de Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación.

Al Ing. Manuel Luna Dávila por haber apoyado en los trabajos de invernadero.

A los Maestros del Departamento de Horticultura, Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa, Ing. Francisca Sánchez Bernal, Dr. Esteban Favela Chávez, Ing. Francisco Suárez García y a todos aquellos que me transmitieron sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros de la especialidad de Horticultura, Cristina, Lilia, Alfredo, Mariano, Juan de Dios, Guillermo, Raúl, Iván y Leocadio.

A la Secretaria Brenda Isela Ojeda Juárez, por su apoyo y amistad, a mis amigos Leodan, Ildefonso, Aniceto, Mariano y a todos aquellos que me brindaron su amistad.

A las señoras Rosa María y Carmen por haberme brindado su apoyo y amistad.

A todas las personas que me ayudaron y apoyaron en mi estancia en la Universidad, muchas gracias.

DEDICATORIA.**A MIS PADRES.**

**CARMELO SANTOS MOLINA
JUSTINA CASTILLO LUNA.**

Gracias por haberme inculcado el respeto a las personas, la responsabilidad, disciplina y el amor para realizar las cosas, por la confianza, cariño, comprensión y apoyo que me brindaron en todo momento. Por el esfuerzo que realizaron para darme la oportunidad de poder estudiar.

A MIS HERMANOS.

Víctor, Ernestino, Damián, Salustia, Carmen y Silvia, por su apoyo, cariño, comprensión y sobre todo por ser verdaderos amigos; que gracias a ustedes me motivaron para culminar mi formación como profesionista. Mil gracias a ustedes.

A MIS ABUELOS

LIBRADA MOLINA ROSAS

**BERNARDINO CASTILLO JACOBO
MARÍA TRINIDAD LUNA FLORES.**

A mis tíos, especialmente a mi tío Esteban.

A mis familiares que de una u otra forma contribuyeron para concluir mis estudios.

RESUMEN

Durante los últimos 10 años nuestro país, ha tenido un importante desarrollo en la producción de hortalizas, especialmente del tomate, perfilándose como una alternativa para generar fuentes de empleo así como generador de divisas. Con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, tenemos que producir tomates de alta calidad para poder competir con los países con quienes se tiene el tratado antes mencionado.

Es por ello que con el presente estudio se evaluaron tres híbridos de tomate que son los siguientes Brillante, BS1254417 y Belladona de crecimiento indeterminado, bajo condiciones de invernadero en el periodo de agosto a enero, ya que en la Comarca Lagunera se produce solamente en primavera-verano, con rendimientos de 20 ton/ha a campo abierto, y también en donde los precios son muy bajos e incluso a veces el productor tiene pérdidas económicas.

El presente trabajo se realizó en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicado en Periférico y Carretera a Santa Fe en Torreón, Coahuila.

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar, con tres repeticiones, siendo los tratamientos los híbridos Brillante, BS1254417 Y Belladona.

Se utilizó arena como sustrato, el transplante se realizó el 14 de agosto de 2001.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, inicio de floración, porcentaje de amarre de frutos, calidad del fruto dada por peso de fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, sólidos solubles, espesor de pulpa, número de lóculos color interno y externo del fruto y rendimiento en ton/ha.

Para el análisis estadístico de las variables se utilizó el paquete estadístico. Statical Análisis System Versión 6.12.

Los resultados obtenidos de los híbridos evaluados fueron establecidos con las mismas condiciones ambientales dentro del invernadero, sin embargo existieron diferencias entre los mismos, cumpliéndose de esta manera establecidos de producir al menos 100 ton/ha. Sin embargo el genotipo Brillante fue el presente mejores características deseables.

INDICE DE CUADROS.

| | Página |
|---|--------|
| Cuadro 2.1 Concentración de elementos nutritivos en el agua de riego en ppm al gotero que recomiendan Zaidan y Avidan (1997). UAAAN-UL, 2002..... | 29 |
| Cuadro 2.2 Tamaño de tomate bola según Vásquez (1999). UAAAN-UL,2002..... | 43 |
| Cuadro 3.1 Fertilizantes y cantidades para preparar la solución nutritiva concentrada en 18 litros de agua para cada fase de desarrollo de la planta. UAAAU, 2002..... | 47 |

APÉNDICE

| | Página | |
|-------------------|---|----|
| Cuadro 1A | Cuadrados medios y significancia de las alturas tomadas en los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero..... | 63 |
| Cuadro 2A | Cuadrados medios y significancia para las variables de inicio de floración presentes en los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002..... | 65 |
| Cuadro 3A | Cuadrados medios y significancia para peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa, grados Brix y numero de lóculos de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL, 2002..... | 66 |
| Cuadro 4A | Cuadrados medios y significancia para rendimiento de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL, 2002..... | 67 |
| Cuadro 4.1 | Medias y significancia de las alturas tomadas entre los híbridos de tomate evaluadas bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL, 2002..... | 64 |
| Cuadro 4.2 | Medias y significancia para inicio de floración de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL, 2002..... | 65 |
| Cuadro 4.3 | Medias y significancia para peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa, grados Brix y numero de lóculos de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL, 2002..... | 66 |
| Cuadro 4.4 | Medias y significancia para rendimiento de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL, 2002..... | 67 |

INDICE DE CONTENIDO

| | página |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| DEDICATORIAS..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| INDICE DE CUADROS..... | viii |
| APÉNDICE..... | ix |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 Objetivos..... | 2 |
| 1.2 Hipótesis..... | 2 |
| 1.3 Metas..... | 2 |
| II REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Generalidades del tomate..... | 3 |
| 2.1.1 Origen..... | 3 |
| 2.2 Clasificación del tomate..... | 4 |
| 2.3 Características morfológicas del tomate..... | 4 |
| 2.3.1 Morfología..... | 4 |
| 2.3.2 Raíz..... | 4 |
| 2.3.3 Tallo..... | 5 |
| 2.3.4 Hojas..... | 6 |
| 2.3.5 Flor..... | 6 |
| 2.3.6 Fruto..... | 7 |
| 2.4 Generalidades del invernadero..... | 7 |
| 2.4.1 Ventajas de la producción en invernaderos..... | 8 |
| 2.4.2 Desventajas de cultivar en invernadero..... | 9 |
| 2.5 Exigencias de clima del cultivo de tomate..... | 9 |
| 2.5.1 Temperatura..... | 9 |
| 2.5.2 Humedad relativa que requiere el cultivo de tomate en invernadero..... | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.3 Luminosidad que requiere el cultivo del tomate..... | 12 |
| 2.5.4 Radiación en invernadero..... | 13 |
| 2.5.5 CO₂..... | 13 |
| 2.6 Elección del genotipo dependiendo del mercado de consumo | 14 |
| 2.7 Labores culturales para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero..... | 16 |
| 2.7.2 Transplante..... | 17 |
| 2.7.3 Poda de formación..... | 17 |
| 2.7.4 Tutorado..... | 18 |
| 2.7.5. Deshoje..... | 18 |
| 2.7.6 Despunte de planta, inflorescencia y aclareo de fruto..... | 19 |
| 2.7.7 Aporcado y rehundido..... | 20 |
| 2.7.8 Bajado de plantas..... | 20 |
| 2.7.9 Densidad de plantación..... | 21 |
| 2.7.10 Polinización..... | 22 |
| 2.7.11 Fertirrigación..... | 23 |
| 2.8 Sistema de producción hidropónica..... | 26 |
| 2.9 Sustrato..... | 31 |
| 2.9.1 Características de los sustratos para los sistemas de producción hidropónica..... | 31 |
| 2.9.2 Origen y composición de la arena..... | 32 |
| 2.10 Organismos dañinos..... | 33 |
| 2.10.1 Plagas..... | 33 |
| 2.10.1.1 Gusano alfiler..... | 33 |
| 2.10.1.2 Minador de la hoja..... | 34 |
| 2.10.1.3 Acaro del tomate..... | 35 |
| 2.10.1.4 Mosquita blanca..... | 37 |
| 2.10.2 Enfermedades..... | 39 |
| 2.10.2.1 Damping Off o secadera de plántulas..... | 39 |
| 2.10.2.2 Tizón tardío..... | 40 |
| 2.10.2.3 Tizón Temprano..... | 41 |
| 2.11 Cosecha..... | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 2.12 Calidad del fruto..... | 42 |
| III MATERIALES Y MÉTODOS..... | 44 |
| 3.1 Localización..... | 44 |
| 3.2 Tipo y características del invernadero..... | 44 |
| 3.3 Clima..... | 44 |
| 3.4 Genotipos evaluados..... | 45 |
| 3.5 Medios de crecimiento..... | 45 |
| 3.6 Manejo del cultivo..... | 46 |
| 3.7 Riego y fertilización..... | 46 |
| 3.8 Plagas y enfermedades..... | 47 |
| 3.9 Cosecha..... | 48 |
| 3.10 Variables evaluadas..... | 48 |
| 3.11 Diseño experimental..... | 48 |
| 3.12 Análisis estadístico..... | 48 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 49 |
| 4.1 Desarrollo vegetativo..... | 49 |
| 4.1.1 Altura..... | 49 |
| 4.1.2 Inicio de floración..... | 49 |
| 4.1.3 Porcentaje de amarre de frutos..... | 50 |
| 4.2 Calidad del fruto..... | 50 |
| 4.2.1 Peso promedio del fruto..... | 50 |
| 4.2.2 Diámetro polar..... | 51 |
| 4.2.3 Diámetro ecuatorial..... | 51 |
| 4.2.4 Grados Brix..... | 51 |
| 4.2.5 Espesor de pulpa..... | 52 |
| 4.2.6. Número de lóculos..... | |
| 4.2.7 Color y forma del fruto..... | 52 |
| 4.3 Rendimiento..... | 53 |
| V CONCLUSIONES..... | 54 |
| VI LITERATURA CITADA..... | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 2.12 Calidad del fruto..... | 42 |
| III MATERIALES Y MÉTODOS..... | 44 |
| 3.1 Localización..... | 44 |
| 3.2 Tipo y características del invernadero..... | 44 |
| 3.3 Clima..... | 44 |
| 3.4 Genotipos evaluados..... | 45 |
| 3.5 Medios de crecimiento..... | 45 |
| 3.6 Manejo del cultivo..... | 46 |
| 3.7 Riego y fertilización..... | 46 |
| 3.8 Plagas y enfermedades..... | 47 |
| 3.9 Cosecha..... | 48 |
| 3.10 Variables evaluadas..... | 48 |
| 3.11 Diseño experimental..... | 48 |
| 3.12 Análisis estadístico..... | 48 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 49 |
| 4.1 Desarrollo vegetativo..... | 49 |
| 4.1.1 Altura..... | 49 |
| 4.1.2 Inicio de floración..... | 49 |
| 4.1.3 Porcentaje de amarre de frutos..... | 50 |
| 4.2 Calidad del fruto..... | 50 |
| 4.2.1 Peso promedio del fruto..... | 50 |
| 4.2.2 Diámetro polar..... | 51 |
| 4.2.3 Diámetro ecuatorial..... | 51 |
| 4.2.4 Grados Brix..... | 51 |
| 4.2.5 Espesor de pulpa..... | 52 |
| 4.2.6. Número de lóculos..... | 52 |
| 4.2.7 Color y forma del fruto..... | 52 |
| 4.3 Rendimiento..... | 53 |
| V CONCLUSIONES..... | 54 |
| VI LITERATURA CITADA..... | 56 |

I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la aportación de México más extendida mundialmente. La aceptación que tiene en las diversas culturas del mundo se evidencia por ser el segundo producto hortícola en el consumo mundial. Es un importante generador de divisas y de empleos para el país. De hecho, la producción de tomate en México durante los últimos 10 años fue de 19 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea en una superficie cercana a las 80 mil hectáreas (SAGARPA, 2002).

Con el Tratado de Libre Comercio de América del norte, el nuevo panorama impone estrategias para permanecer y crecer en un mercado altamente competitivo, es por ello que se pretende buscar un paquete tecnológico para la producción de tomate en invernadero con rendimientos aceptables.

México cuenta con una superficie aproximada de 748 hectáreas de invernadero en donde se produce principalmente tomate, pimiento y pepino (SIAP, 2002). Por su parte, la producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2002 fue de 563 hectáreas bajo cielo abierto, con un rendimiento de 20.1 toneladas por hectárea y 5 hectáreas bajo condiciones invernadero (SAGARPA, 2002).

La situación geográfica del país y el uso intensivo de tecnologías de producción nos permite producir tomate en los ciclos agrícolas: primavera-verano y otoño-invierno. Sin embargo en la Comarca Lagunera solamente se siembra en primavera-verano, a cielo abierto obteniéndose rendimientos muy bajos. En este ciclo el tomate tiene un precio bajo debido a la gran oferta que presenta la mayoría de los estados productores y también por no poder exportarse a los Estados Unidos ya que este país siembra en el mismo ciclo agrícola (Claridades Agropecuarias, 1995).

Debido a lo antes mencionado una alternativa al problema de los bajos precios que alcanza el tomate en primavera - verano sería producir en el ciclo otoño-invierno, que es cuando se produce menos tomate en otros estados de la república y cuando en los Estados

Unidos este producto tiene gran demanda. Para esto, se debe de producir en condiciones de invernadero ya que las condiciones climáticas no permiten producir a campo abierto. Lo anterior implica que el productor debe de 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, humedad relativa y solución nutritiva. Este sistema de producción es muy delicado, ya que cualquier variación de los componentes de la producción representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto (Bretones, 1995; Nelson, 1994; Sade, 1998).

1.1 Objetivos

- Producir tomate en invernadero en el periodo de noviembre a enero.
- Evaluar el rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate de crecimiento indeterminado.
- Disponer de un paquete tecnológico de producción de tomate en invernadero para los productores de la Comarca Lagunera.

1.2 Hipótesis nula

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

1.3 Metas

- Producir al menos 100 toneladas por hectárea en el periodo de noviembre a enero.
- Generar y disponer de un paquete tecnológico para los productores de la Comarca Lagunera.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

El tomate es una de las hortalizas más importantes por su popularidad, por su amplia adaptación y por constituir un fuerte renglón de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados; además tiene un alto valor nutritivo (Casseres, 1984).

2.1.1 Origen

El origen de *Lycopersicon* es la región comprendida entre Perú y Ecuador. Sin embargo, algunos consideran que este centro no es idéntico con el punto de diversificación de las formas cultivadas y se opina que el área entre Puebla y Veracruz, en México, es un centro de diversificación varietal que ha dado origen a formas cultivadas, según cuya hipótesis el tomate no es autóctono de México, sino que fue introducido en nuestro país en tiempos antiguos (Casseres 1984).

El término de tomate de acuerdo a los cronistas Españoles, fue introducido a la lengua castellana en 1532 (Francisco Hernández citado por Corominas, 1990), procede del náhuatl *tomatl*, que se aplicaba genéricamente para plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas o pulpa acuosa (Williams, 1990; Montes y Aguirre, 1992 citados por Alcazar y Nuez 1995). Para indicar la especie en concreto se solía utilizar y se sigue utilizando en algunas comunidades como prefijo calificativo. Cuando se usaba simplemente la expresión *tomatl* o tomate se hacía referencia a cualquiera de estas especies o bien a la más apreciada en aquella época, el tomate milpero o de cáscara. Así, Francisco Hernández (1571-1577) citado por Alcázar y Nuez (1995) se refiere al tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) cuando describe el *tomatl* por que fue el de mayor importancia en esa época, actualmente en el centro de México se utiliza la palabra jitomate para aludir al fruto de *Lycopersicon esculentum* y tomate para *Physalis philadelfica*.

2.2 Clasificación taxonómica del tomate

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

NOMBRE CIENTÍFICO: *Lycopersicon esculentum* Mill.

CLASE: *Dicotiledónea*.

ORDEN: *Solanales (Personatae)*.

FAMILIA: *Solanaceae*.

SUBFAMILIA: *Solanoideae*.

TRIBU: *Solaneae*.

GÉNERO: *Lycopersicon*.

ESPECIE: *esculentum*.

2.3 Características morfológicas del tomate

2.3.1 Morfología

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, 1995).

2.3.2 Raíz

El sistema radical, del jitomate 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).

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

2.3.3 Tallo

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, 1978).

La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos de plantas que son: determinado e indeterminado; el primero; termina sus ramificaciones en inflorescencia limitándose en consecuencia el crecimiento vertical; en el segundo también se forman

racimos en la última hoja; sin embargo, se forma una nueva rama y en consecuencia el crecimiento vertical no se limita desde el punto de vista de la morfología de la planta (Garza, 1985).

2.3.4 Hojas

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).

La hoja es compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. 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, 1995).

2.3.5 Flor

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en base de la planta, o ramificada, en la parte superior de la planta. Usualmente nacen de 4 - 8 flores en cada inflorescencia compuesta y una planta puede producir 20 o más inflorescencias, en forma sucesiva, durante su ciclo de vida (Tigchelaar, 1986 citado por Pérez *et al.*, 1997).

Las flores aparecen unidas al eje principal o a las ramificaciones secundarias, originándose en las axilas de las hojas de éstas; cada flor se compone de seis sépalos y seis pétalos los que se unen entre sí y con los estambres, el ovario es súpero 2-10 carpelos, con

estigma corto, de tal manera que las anteras, por ser alargadas, envuelven al estigma y al estilo (Garza, 1985).

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 (Valadez, 1990).

2.3.6 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).

El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5 - 10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. 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 pedicelo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamorro, 1995).

2.4 Generalidades de 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).

2.4.1 Ventajas de la producción en invernaderos

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

1. Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
2. Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
3. Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
4. Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
5. Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.
6. Mejor control de plagas y enfermedades.
7. Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
8. Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
9. No se depende de fenómenos meteorológicos.

2.4.2 Desventajas de cultivar en invernadero

De igual manera Sánchez y Favela (2000) destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

1. Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
2. Alto costo de los insumos.
3. Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión inicial.
4. Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
5. Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
6. Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

2.5 Exigencias de clima del cultivo de tomate

2.5.1 Temperatura

La temperatura óptima para un buen desarrollo del cultivo de tomate oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 13 y 17 °C durante la noche, temperaturas superiores a los 30 - 35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de las plantas en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12 - 15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

A temperaturas superiores a 25 °C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influida en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas (Infoagro, 2002).

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

Temperatura mínima letal: 0 - 2 °C.

Temperatura mínima biológica: 8 - 18 °C.

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

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

Temperatura máxima biológica: 26 - 30 °C.

Temperatura mínima para germinación: 9 - 10 °C.

Temperatura máxima para germinación: 20 - 30 °C.

Rodríguez y Jiménez (2002) 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. Los cuatro factores que permiten reducir la temperatura son: La reducción de la radiación solar que llega al cultivo, la evaporación del cultivo, la ventilación y la refrigeración por medio de agua en sus diferentes formas.

Por otra parte, Nelson (1994) menciona que la temperatura del sustrato de crecimiento afecta el desarrollo de las raíces, como también en la absorción de agua y de los elementos nutritivos que necesita la planta. Así pues, por debajo de los 14 °C el crecimiento se inhibe. Entre los 12 y 18 °C, la absorción de fósforo disminuye en un 50%. Por lo tanto temperatura tendrá una acción directa sobre el rendimiento final en el calibre de la fruta.

2.5.2 Humedad relativa que requiere el cultivo del tomate en invernadero.

Francescangeli (1998) menciona que 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.

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

Crecimiento vegetativo

1. La evapotranspiración de las plantas participa en la transferencia de los elementos nutritivos absorbidos por las raíces, regula la temperatura de las hojas, frutos, etc, y controla parcialmente su crecimiento.
2. La intensidad de la evapotranspiración depende de las diferencias de presión de vapor entre la atmósfera de las cámaras subestomáticas de los tejidos vegetales y el aire.
3. Una humedad relativa muy alta significa un déficit de presión de vapor muy bajo, por lo tanto los intercambios gaseosos son reducidos, pudiéndose producir accidentes fisiológicos como la podredumbre apical del tomate.
4. Una humedad relativa baja provoca el cierre de los estomas y debido al cese del intercambio gaseoso, se reduce la fotosíntesis. La planta deja de transpirar, no regula su temperatura y no participa del estado higrométrico de la atmósfera.

Floración y fructificación

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

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

2.5.3 Luminosidad que requiere el cultivo de tomate

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

Este mismo autor menciona que durante la época nubosa las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares, y tanto éstas como los tallos se vuelven pálidos y delgados, pudiendo ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar. Con tiempo brillante y soleado la producción de azúcar es muy elevada, siendo éstas oscura y gruesas, con tallos de color verde oscuro y robustos, los racimos tendrán numerosos frutos bien cuajados y el sistema radicular será muy vigoroso, pudiendo aportarse el nitrógeno a mayores niveles durante este período. Cuando el tiempo está nublado durante más de uno a dos días puede ser necesario:

- Reducir las temperaturas del día y de la noche en el invernadero.
- Utilizar la menor cantidad de agua posible para que no se marchiten las plantas.
- Ajustar la formulación de la solución nutritiva para aumentar la conductividad eléctrica.

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración y fructificación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna-nocturna y la luminosidad (Infoagro, 2002).

2.5.4 Radiación en invernadero

Bouzo y Garinglio (2002) mencionan que la intensidad de la radiación, el fotoperíodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos.

2.5.5 CO₂.

El CO₂ 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 desafortunadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO₂, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40000 m³ de aire, es decir 14 m³ o 27 kg de CO₂ por una hora de fotosíntesis a 350 w/m², sin ventilación. El enriquecer con CO₂ cuando la luz es insuficiente no debe de realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO₂ es mayor, dado que la luz es más intensa. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO₂, para evitar pérdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a 1500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO₂ por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

En la mayoría de los casos, en cultivos bajo techo siempre ha sido un factor limitante el CO₂. La concentración de CO₂ de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo esta cantidad puede variar de 200 a 400 ppm y más aun en el interior de un invernadero. En las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una baja rápida de CO₂ que alcanza niveles bajos, casi a 200 ppm (Alpini y Togoni, 1991).

Nelson (1994) dice que el objetivo de la aplicación de CO₂ es el incrementar la concentración del mismo para estimular a la planta. Con ello se obtiene un mayor desarrollo de la planta, incremento en rendimientos, mejor calidad de cosecha, precocidad a floración y desarrollo de frutos.

2.6 Elección de genotipo dependiendo del mercado de consumo

Diez (1995) menciona que los principales criterios de elección son los siguientes:

1. Características de la variedad comercial como son el vigor de la planta, tipo de fruto, resistencia a enfermedades y plagas.
2. Tolerancia a los factores de clima.

Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero:

Tipo beef. Plantas vigorosas hasta el 6°-7° ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior, mercado exterior (EEUU).

Tipo marmande. Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.

Tipo vemone. Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que representan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades.

Tipo moneymaker. Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.

Tipo cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 g, redondos, generalmente con lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adornos de platos. También existen frutos operados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de funguicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

Tipo cereza (cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos.

Tipo larga vida. Tipo mayormente cultivado. La introducción de los genes Nor y Rin son los responsables de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

Tipo ramillete. De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir si este tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado.

2.7 Labores culturales para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

2.7.1 Producción de plántula

El alto costo de la semilla híbrida ha provocado que se usen bolsas prensadas de turba, macetillas de papel o plástico rellenas de sustrato, bandejas de alvéolos o procedimientos similares para transplantar con cepellón. La preparación de la planta en semillero tiene una duración variable según el tamaño deseado (Castilla, 1995). La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre los 18 °C y 24 °C. Temperaturas por debajo de los 11 °C inducirán reducciones de producción precoz y total

2.7.2 Transplante

Rodríguez *et al.* (1997) y Castilla (1995) señalan que el transplante bajo invernadero debe realizarse con cepellón. Debiendo tener los siguientes cuidados cuando la plántula esté preparada para el transplante:

- Proteger la plántula de la radiación solar.
- Sumergir o mojar el cepellón en algún fungicida antes de plantarse.
- Desechar las plantas que no sean óptimas.
- Realizar el transplante en los momentos de menor calor, para obtener así una mejor pega, ya que la época de plantación es generalmente en pleno verano.
- Al momento del transplante las plantas deben tener una altura de 10 - 15 cm y con 6 - 8 hojas verdaderas ya formadas. El terreno debe estar previamente preparado, así como marcado el lugar el que va a ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para que quepa el cepellón. Debe dejarse el cuello de la planta a nivel con el suelo e inicialmente no conviene aplicarse tierra o sustrato.
- Tras el transplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto con el cepellón.

2.7.3 Poda de formación

Ruiz (2002) establece que la poda consiste en eliminar los brotes laterales del tallo con el fin de conservar el tallo principal. De acuerdo con el sistema de cultivo, tamaño de la variedad y densidad de plantas, existen variantes de poda, que consisten en dejar crecer, además del tallo principal a 1, 2 ó 3 tallos más. También menciona que los objetivos de podar son los siguientes.

- Formar y acomodar la planta.
- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto de calidad, como de volumen.
- Mejorar aireación y evitar incidencia de enfermedades.

Adicionalmente, Anderlini (1976) resalta que la poda se debe de iniciar cuando en la mayor parte de las plantas se observa la primera inflorescencia. Los brotes no deberán tener más de 2 - 3 centímetros de longitud, de otro modo la planta no podrá soportar esta práctica. Cuando los brotes axilares se encuentren excesivamente desarrollados, formando tallos secundarios, es más beneficioso limitarse a su despunte. Por su parte Nelson (1994) indica que en la poda a un tallo se eliminan los brotes axilares rompiéndolos con la mano o cortándolos una vez que han crecido pocos centímetros.

Ventajas de poda a un tallo.

- Mayor precocidad de producción.
- Elevada producción.
- Mayor homogeneidad.
- Mayor calibre.

Zapata *et al.* (2001) en un estudio que realizó de poda en tomate bajo condiciones invernadero dejando plantas a un tallo principal y con un tallo secundario con 2 y 4 racimos, el testigo fue a un tallo. En este estudio no se encontró diferencia significativa respecto a la producción total.

2.7.4 Tutorado

Con el en tutorado se permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos evitando roces. En invernadero se sustenta en un entramado de alambre, solidario con la estructura del invernadero. Para cada planta se emplea un hilo de plástico el cual se une a la planta por anillos de sujeción o liándolo al tallo. En la parte inferior, el hilo se ata a la planta, a un alambre horizontal o se clava en el suelo. En la parte superior, el hilo se ata a los alambres del tutorado; para el tipo de tutorado; descolgado es necesario unirlo a un gancho, que recoge enrollado el resto del hilo que irá soltándose al crecer la planta (Castilla, 1995).

Existen cuatro tipos de tutorado que suelen emplearse en invernadero que son los siguientes: Sistema holandés (hilo vertical), sistema inglés (V), sistema danés y sistema danés modificado, en este último sistema se deja caer la planta sobre sí misma, según se recolectan los primeros racimos, y después de practicar el deshoje de dicha zona (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.7.5 Deshoje

Es una labor de cierta importancia para obtener la fruta con mayor rapidez y a la vez con una uniformidad de la misma. Además se consigue una mayor eficacia contra plagas y enfermedades. Es aconsejable entresacar hojas escalonadamente y nunca en gran cantidad, siendo las hojas bajas, las que tocan el suelo, las primeras en ser eliminadas, siguiendo luego hasta el primer racimo, dejando éste al descubierto cuando tenga la fruta del

tamaño mayor que una nuez. Cuando ya el 4° y 5° racimo tengan fruta cuajada se deshoja hasta el 2° y así sucesivamente. Las hojas deberán sacarse inmediatamente del invernadero para evitar que se convierta en una fuente de inóculo (Rodríguez *et al.*, 1997).

Sin embargo, Nelson (1994) señala que las hojas no deben eliminarse si no hasta que se encuentren agotadas o enfermas. Como síntoma de agotamiento, la hoja se vuelve blanquecina y crujiente. Una eliminación indiscriminada produce una aceleración de la maduración, pérdida de calibre, y pérdida en coloración del fruto.

2.7.6 Despunte de planta, inflorescencias y aclareo de frutos

Nelson, (1994) menciona que las variedades de crecimiento indeterminado pueden afectarse por condiciones climáticas y esto se refleja en la disminución del calibre de los frutos en los racimos superiores, normalmente después del sexto, séptimo u octavo ramillete. Según Nelson (1995) con el despunte de la planta se consigue lo siguiente:

- Acelerar el engorde de los frutos.
- Acelerar la maduración.
- Aumentar el calibre (calidad y tamaño).
- Reducir el período de cultivo.

Los racimos florales del tomate deben podarse para seleccionar los 4 ó 5 frutos cuajados más uniformes del racimo. Cualquier flor deforme, fruto doble o flor tardía debe ser eliminada del racimo. Esto da lugar a que la forma, tamaño y color de los tomates sean uniformes (Resh, 1997).

Favaro y Marano (2002) evaluaron el raleo de frutos pequeños sobre la calidad y producción total en diferentes cultivares de tomate en condiciones de invernadero. Los genotipos estudiados fueron Carmelo, Libra y Bella vista efectuándose la extracción de frutos pequeños menores de 1 cm de diámetro para dejar 4 frutos por racimo en la primera y segunda inflorescencia y 3, 5, o 7 frutos por racimo entre la tercera y sexta inflorescencia.

También se efectuó raleo de flores en el cultivar Tommy, entre en primer y quinto racimo y en el cultivar Angora entre el séptimo y décimo, dejando solo tres flores por racimo. En este estudio se observó un aumento en la productividad a medida que disminuyó la intensidad del raleo. Tanto el raleo de frutos jóvenes, como de flores en antesis, no produjeron aumentos en el tamaño. Por lo tanto el raleo debería ser manejado en función de las condiciones climáticas y del cultivo, con riesgo de disminuir la cosecha.

2.7.7 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 rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Infoagro, 2002).

2.7.8 Bajado de plantas

Jonson y Rock (1995) citado por Rodríguez (2002) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al anillo tutor mediante anillos, hasta que la planta alcance el alambre que sostiene a las plantas. A partir de estos momentos existen tres opciones.

- 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 las perchas 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.

- Dejar que la planta crezca cayendo por su propio gravedad.
- Dejar que la planta vaya cayendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

Pilatti y Bouzo (2000) mencionan que el bajado de las plantas afecta la captación de la radiación solar incidente tanto por un mayor sombreado de las hojas como por un cambio en la arquitectura del dosel. Estos mismos autores evaluaron el efecto de bajar las plantas de tomate con los siguientes tratamientos: T_1 , bajado de plantas 25 cm por semana, T_2 , bajado de plantas 50 cm cada 14 días, T_3 , bajado de plantas 75 cm cada 21 días y T_4 , bajado de plantas 100 cm cada 28 días. La frecuencia del bajado de las plantas de tomate mostró diferencias significativas entre sí, en la radiación solar interceptada por la cubierta justo después del bajado, correspondió la mayor intercepción a aquellas plantas que fueron bajadas con mayor frecuencia y lo anterior no se reflejó en el rendimiento. Debido a esto no se recomienda bajar las plantas con mucha frecuencia es decir se debe de bajar cada mes para evitar roturas de tallo y también no incrementar los costos de producción.

2.7 9 Densidad de plantación

Para la producción de tomate en invernadero se requiere 0.25 a 0.37 metros cuadrados por planta, esto representará de 27,027 y 40,000 plantas por hectárea. Las plantas se colocan en doble fila por bancada, con una separación de 40 a 50 cm entre las filas y de 30 a 36 cm dentro de éstas. El marco de plantación esta en función de las condiciones de luz solar. Las plantas se pueden colocar de forma que las de una fila coincidan con el punto medio de las opuestas, para obtener así la mayor exposición de las

hojas a la luz solar, y la menor interferencia física de las hojas entre las plantas adyacentes (Resh, 1997).

2.7.10 Polinización

En el invernadero se tienen problemas de polinización, para luchar contra este problema además de la utilización de nuevas variedades es conveniente el paleo, vibrador mecánico o pulverizador de aire además de darle al invernadero una aireación y ventilación adecuada.

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.

Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollaran al cabo de una semana los frutos en forma de bolita; esto lo que se denomina cuajado de la flor. Cuando las plantas jóvenes producen sus primeros racimos se deben polinizar cada día hasta que se observan los frutos. Es muy importante que cuajen los primeros racimos, pues esto induce a la planta a un estado reproductivo que favorecerá grandemente la floración y productividad conforme se vaya desarrollando. En el momento en que los primeros racimos hayan cuajado se puede seguir la polinización en días alternos (Resh, 1997).

2.7.11 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, 1997).

La fertirrigación constituye una alternativa para incrementar la eficiencia en el uso del agua, así como también la infraestructura hidráulica y recursos del medio físico del país ya que se cultivan bajo riego sólo 6.2 millones de hectáreas, que representan el 20% de la

superficie con potencial agrícola de las cuales el 92% se irriga con riego superficial y el 8% con riego presurizado (Peña y Guajardo, 1999).

Cadahia (1998) señala que las ventajas del sistema de fertirrigación son las siguientes:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Un ahorro considerable de agua.
- Utilización de agua incluso de mala calidad.
- Nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimiento y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas, durante todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización.

Desventajas.

- Alto costo inicial de la infraestructura.
- Obturación de goteros.
- Necesidad de manejo por personal especializado.

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, mas 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 mas 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.
- La cantidad de cada uno de los iones que el agua contiene puede expresarse en milimoles por litro (mM/l), miliequivalentes por litro (meq/l) o partes por millón (ppm). Para efectos nutricionales y operativos, los aniones que deben de ser analizados son, los aniones carbonatos y/o bicarbonatos, sulfatos, cloruros, fosfatos y nitratos, y los cationes, calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio.

2.8 El sistema de producción hidropónica.

La hidroponía es una tecnología para desarrollar las plantas en una solución nutritiva, con o sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca, etc.) para proveer soporte mecánico a la planta. El sistema hidropónico líquido no tiene un medio de soporte; los sistemas en agregado tienen un medio sólido de soporte. Los sistemas hidropónicos han sido clasificados como abierto (una vez que la solución nutritiva es aplicada a las raíces de las plantas, ésta no es reusada), o cerrado (la solución nutritiva excedente es recuperada, regenerada y reciclada (Jensen y Collins, 1985 citado por Lara 2000).

Lara (2000), menciona que el tomate es una de las especies hortícolas que más se producen en hidroponía, debido a su elevado potencial productivo, a su demanda nacional y mundial, así como a su alto valor económico, principalmente cuando se produce en los periodos en los que no existe en campo.

Este mismo autor indica que los aspectos de la solución nutritiva que en mayor medida influyen en la producción son:

- La relación mutua entre los cationes.
- La relación mutua entre los aniones.
- La concentración de los nutrimentos, debido a que éstos se encuentran en forma iónica, la concentración se expresa mediante la conductividad eléctrica.
- El pH.
- La temperatura.

Rodríguez *et al.* (2002) evaluaron el comportamiento y desarrollo de la planta con respecto a la presión osmótica o concentración total de iones en la solución, que varía su efecto en función de la época del año debido a los cambios de luminosidad y temperatura. Para el estudio se empleó un sistema hidropónico abierto con niveles de 0.36, 0.72 y 1.08 atmósferas. La solución con 0.72 atmósferas mostró el valor más alto en cuanto peso

promedio del fruto con 64.2 g, difiriendo significativamente de la solución con 0.36 atmósferas con 57.7 g, y la solución de 1.08 con 52.8g.

Estrada (1995) realizó un estudio sobre el efecto la salinidad en el cultivo del tomate en suelo arenoso utilizando valores de 2.32, 5.17 y 7.13 mmhos/cm en el agua de riego a 25 °C respectivamente y encontró diferencias significativas en cuanto al número de frutos por planta obteniéndose 14.12, 12.8 y 7.63 frutos por planta a medida que aumentó la salinidad, también aumentó el porcentaje de sólidos solubles obteniéndose valores de 2.43, 4.91 y 5.30 grados brix pero disminuyó la producción obteniéndose 39.52, 3.65 y 19.87 ton/ha.

Mexicano *et al.* (1999) realizaron un estudio para ver el efecto de las fuentes de nitrógeno y hierro en el desarrollo del tomate en hidroponía, para esto utilizaron el híbrido A-516 y como sustrato tezontle rojo, con una granulometría de 5 - 12 mm de diámetro y encontraron que con la aplicación de NH_4NO_3 con una concentración de 350 ppm de nitrógeno y 5 ppm de hierro se obtienen 214 toneladas por hectárea.

La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y nutrientes. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades de tomate es de aproximadamente 22 °C en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los nutrimentos. Sin embargo, Adamans (1994b) citado por Lara (2000) reportó que la temperatura de la solución nutritiva tiene mayor efecto en la absorción de P que de N y agua. Con temperaturas menores que 15 °C se tienen deficiencias de calcio, fósforo y hierro. La temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno disuelto en la solución nutritiva. A temperatura menor de 22 °C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este elemento; sin embargo el requerimiento es pequeño debido a que se reduce la velocidad de cierto número de procesos fisiológicos, entre ellos la respiración y, por lo tanto, también se reduce el crecimiento de la planta. A temperaturas mayores de 22 °C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecha por la solución nutritiva debido a que a mayor temperatura

aumenta la difusión de este gas citado por (Cornillon, 1988; Moorby y Graves , 1980 citado por Lara, 2000).

En cultivo hidropónico para la producción de tomate el riego esta automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el mas extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características del sustrato, del estado fenológico de la planta y de las condiciones climáticas. El régimen de fertirriego deberá ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 dS/m, y si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales (Avidan, 1998 citado por Rodríguez, 2002).

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo del cultivo, que suele ser de 1/1 desde el transplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el periodo de recolección. En la practica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de elementos nutritivos a aplicarse, con sus respectivas relaciones. Para el tomate se consideran cuatro etapas: Establecimiento - floración, floración - cuajado de frutos, maduración a primera cosecha, primera cosecha a fin. En cada etapa, las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:P va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo (Zaidan y Avidan, 1997; Rodríguez *et al.*,1997).

Cuadro 2.1 Concentración de elementos nutritivos en el agua de riego en ppm al gotero que recomiendan Zaidan y Avidan (1997). UAAAN-UL, 2002.

| Estado de la planta. | Elementos nutritivos | | | | |
|--|----------------------|---------|-----------|-----------|---------|
| | N | P | K | Ca | Mg |
| Plantación y establecimiento. | 100 - 120 | 40 - 50 | 150 - 160 | 100 - 120 | 40 - 50 |
| Floración y cuajado. | 150 - 180 | 40 - 50 | 200 - 220 | 100 - 120 | 40 - 50 |
| Inicio de maduración y cosecha. | 80 - 200 | 40 - 50 | 230 - 250 | 100 - 120 | 40 - 50 |
| Cosecha (Verano) | 130 - 150 | 35 - 40 | 200 - 200 | 100 - 120 | 40 - 50 |

El fósforo juega un papel muy relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante para la formación de raíces y para el tamaño de las flores. En ocasiones se utiliza este elemento para buscar un acortamiento entre los entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento de suelo o del sustrato que se utilice (Zaidan y Avidan 1997)

Burgueño *et al.* (2002) trabajando con plantas de tomate bajo condiciones de invernadero, estudiaron la influencia de diferentes sistemas de cultivo sobre la alimentación mineral de las plantas tanto en suelo desnudo o acolchado, así como sobre sustratos fuera del suelo, y encontraron que en todos los tratamientos utilizados, manteniendo una alimentación mineral, no se aprecian diferencias significativas debidas al tipo de cultivo o al sustrato sobre el contenido de la savia de las plantas, es por ello que señalan que la calidad de los frutos no depende de los sistemas de cultivo sino de una fertirrigación correcta.

Romero *et al.* (1999) establecieron que el agua moderadamente salina ($6 - 8 \text{ dSm}^{-1}$) puede reducir la cosecha de tomate hasta un 40%. El estrés hídrico, inducido por la salinidad en la zona radical, puede acentuarse en una gran demanda transpiratoria asociada a una baja higrometría ambiental constante en las horas centrales del día en el interior de los

invernaderos. En este estudio se dividió el invernadero en dos zonas una humificada mediante un sistema sencillo de nebulizadores y la otra no. Se sembró el cultivar "Daniela", se midió el potencial hídrico a primera hora de la mañana y a medio día. En el medio día hubo un descenso generalizado del potencial hídrico, alcanzándose en el tratamiento no humificado de -0.45 MPa, y en la humificada -0.59MPa.

Calderón (2002) realizó un estudio para conocer los elementos nutritivos que absorbe un cultivo de tomate bajo condiciones hidropónicas y bajo invernadero. Al mismo tiempo se evaluó la relación entre el consumo de elementos nutritivos y la producción. Para esto se diseñó un experimento de cultivo en circuito cerrado con 24 plantas de tomate Variedad "Money Maker", las cuales se cultivaron durante 21 semanas en canales rellenos de cascarilla de arroz e irrigadas con solución nutritiva. El consumo de agua por una planta de tomate bajo condicione de invernadero con un temperatura mínima de 12 °C varía de acuerdo a la edad de la planta desde menos de 300 mililitros diarios durante las tres primeras semanas hasta 1,450 mililitros diarios de la semana 9 en adelante hasta la semana 13 en la cual desciende nuevamente a un promedio de 900 mililitros diarios debido al descope y a la poda de hojas bajas ya que éstas representaban entre el 20 y 25 % de la biomasa foliar existente. La conductividad eléctrica de la solución durante las primeras 12 semanas se mantuvo entre 1.0 y 2.5 mmhos/cm. Después de la semana 12 la CE se incrementó debido al descope de la planta. El mayor consumo de elementos nutritivos por la planta se encontró entre la semana 4 y la 12. Para los elementos mayores el potasio fue el que representó el mayor consumo seguido por el nitrógeno nítrico, calcio, magnesio, azufre, fósforo y nitrógeno amoniacal. El consumo de elementos nutritivos por la planta para una densidad de siembra de 2.4 plantas por metros cuadrado fue el siguiente: Nitrógeno 14 fósforo 1.5, potasio 23.8 , calcio 7.0, magnesio 2.8, azufre 2.2, hierro 85 mg, manganeso 99 mg, cobre 4 mg, Zinc 55 mg, Boro 30 mg y sodio 2.2 mg.

2.9 Sustrato

En un cultivo hidropónico se denomina sustrato a un medio material, normalmente sólido, en el cual se desarrollan las raíces del cultivo. Los sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Dentro del primer grupo se encuentran: turbas, sphangum, fibra de coco, subproductos agroindustriales, residuos forestales y subproductos orgánicos compostados. Los sustratos inorgánicos pueden ser de origen natural, poco o nada transformados, los más utilizados son los siguientes lana de roca, arlita, perlita, vermiculita (Durán *et al.*, 2000).

2.9.1 Característica de los sustratos para los sistemas de producción hidropónica

Según Abad (1995), las propiedades físico-químicas que debe reunir un buen sustrato son las siguientes:

- Gran capacidad de retención de agua.
- Aireación suficiente.
- Una granulometría equilibrada.
- Una densidad aparente baja.
- Una porosidad elevada.
- Estructura estable.
- Una capacidad de intercambio catiónico compatible con el tipo de fertirrigación aplicado al cultivo.
- Baja salinidad y alta disponibilidad de sustancias nutritivas asimilables.
- Poder tampón.
- Velocidad de descomposición lenta.
- Que sea fácil de desinfectar y estable ante los agentes que pueden desinfectarlo.
- Estable frente a cambios físicos (temperatura), químicos (pH) y ambientales.

El desarrollo de plantas en sustratos permite obtener cultivos más homogéneos, exentos de problemas fitopatológicos relacionados con enfermedades producidas por los hongos del suelo, mayor eficiencia del uso de agua y elementos minerales, el desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente, mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha (Duran, 2000).

2.9.2 Origen y composición de la arena

La arena es un material de naturaleza silíceo con una concentración mayor del 50 % de SiO_2 y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original. La arena deberá de estar exenta de limo y arcilla y también de carbonato de cálcico. La arena posee una fracción granulométrica comprendida entre 0.02 y 2mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefiere la arena con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6 - 2mm). La densidad de la arena es superior a 1.5 g/cm^3 . Su pH puede variar entre 4 y 8. Su capacidad de intercambio catiónico es nula o baja (Abad, 1995).

La arena es el sustrato más utilizado, llegando a representar cerca del 60% de la superficie total bajo condiciones de hidroponía (Abad, 1995).

Los volúmenes de arena que se utilizan para la producción hortícola bajo condiciones de invernaderos en España son de unos 250 m^2 por hectárea, la principal ventaja de cultivar en arena es que los materiales que se necesitan para construirlo son de fácil aprovisionamiento y no muy costosos. No se debe utilizar arena con altos contenidos de caliza (Moreno, 2002).

2.10 Organismos dañinos

2.10.1 Plagas

2.10.1.1 Gusano alfiler

Keiferia lycopersicella (Walshingham) este insecto es la plaga más importante del cultivo de tomate en Sinaloa y Baja California Norte y Sur. Su daño en los frutos puede alcanzar hasta un 80%, a pesar de las aplicaciones continuas (Alvarado, 2001).

Biología, Hábitos, y Daños.

El adulto de este insecto es una palomilla de color gris claro, con manchas negras en todo el cuerpo. El adulto es de hábitos crepusculares cuya máxima actividad es de 16:00 a 21:00 horas, periodo en el cual ocurre el apareamiento y la oviposición. La hembra exhibe una marcada preferencia por las hojas para ovipositar sobre cualquier otro tejido vegetal de la planta. Los huevecillos son muy pequeños y en forma de balón de fútbol americano, y generalmente son depositados individualmente en el haz o el envés de la hoja. Las hojas preferidas por la hembra para ovipositar son aquellas localizadas abajo o arriba de la inflorescencia con más flores. Las larvas en sus dos primeros instares se alimentan de la hoja en las células del mesófilo formando una empanada, que le sirve de protección dificultando con esto la acción de los insecticidas. En algunos casos las larvas completan su desarrollo en las empanadas pasando por el tercer y cuarto instar e inclusive en algunos casos llegan a pupar en la empanada. Lo más común es que las larvas del tercer instar perforan el fruto alrededor del área del calyx y aquí completan el cuarto instar, para posteriormente pupar en el suelo o en algunos casos en el mismo fruto. Cuando las infestaciones son muy altas, las larvas recién emergidas penetran directamente en el fruto, donde completan todo su ciclo larvario (Alvarado, 2001).

Control legal.

Destrucción oportuna de las plantaciones de tomate y de lotes abandonados. Establecimiento de un periodo libre del cultivo durante el verano y mantenimiento constante de los canales de riego y los drenes para tenerlos libres de malezas.

Control biológico.

El único parásito del huevecillo del gusano alfiler es la avispa *Trichogramma pretiosum* (Riley). Los parasitoides de larvas más importantes identificados a la fecha son las avispas de los endoparásitos *Apanteles scutellaris* (Muesebeck) y *Pseudapanteles dignus* (Muesebeck) y del ectoparásito *Parahormius* probablemente. *Pallidipes* (Ashmead).

Uso de feromonas como medio de control.

Las feromonas sintéticas utilizadas como un método de confusión en el apareamiento del gusano alfiler son efectivas en el combate de este insecto. La feromona debe aplicarse cuando se registren las poblaciones más bajas en las trampas, un promedio de 2 a 5 palomillas/trampa/noche. Se recomienda aplicar 500 dispensadores de Check Mate TPW por hectárea distribuidos en forma homogénea.

Control químico.

El insecticida selectivo a base de avermectina B1 es un producto efectivo para controlar larvas. Se recomienda aplicar 20 g. de ingrediente activo por hectárea cuando se tenga un umbral económico de 0.25 larvas/planta.

2.10.1.2 Minador de la hoja *Lyriomyza* spp.Biología, Hábitos y Daños.

Los huevecillos son incrustados en los tejidos internos de la hoja. La larva de este insecto se alimenta minando las hojas en la zona del mesófilo, causando las minas características del insecto. Al madurar la larva emerge de las minas características del daño de este insecto y cae al suelo para pupar. De la pupa emerge el adulto para repetir el ciclo, el cual se completa en aproximadamente 2 semanas. Este insecto puede producir varias

generaciones al año y sus poblaciones pueden incrementarse rápidamente. Las altas infestaciones pueden causar la defoliación prematura de la planta, con la consecuente reducción del rendimiento y el tamaño de la fruta, y finalmente por quemaduras de sol (Alvarado, 2001).

Control biológico.

Los enemigos naturales de esta plaga, identificados a la fecha son los siguientes parasitoides: el braconido *Opius diminiatus* (Ashmead), el eulófido *Chrysocharis parksi* Crawford y los eucólidos *Ganaspidium utilis* Bearsdley y *Disorygma pacífica* (Yoshimoto).

Monitoreo.

La población del minador se puede determinar al colocar debajo de las plantas, charolas de plástico o styrofoam, en varios lugares y se hacen conteos semanales de las pupas que caen en las charolas. Los datos se registran como promedio de pupas por charola por día.

Control químico.

En tomate fresco una vez que la población alcance el umbral económico de 20 pupas/charola/día es necesario utilizar insecticidas para combatir este insecto a base de avermectina B1 (Alvarado, 2001).

2.10.1.3 Acaro del tomate *Aculops lycopersici* (Masseur).

Descripción, Biología y Daños.

Los adultos son fusiformes de color amarillo anaranjado o amarillo violeta, pequeños de unas 200 micras de largo por 50 micras de ancho. Las ninfas son parecidas a los adultos, algo más pequeñas y de color blanquecino. Los huevos son grandes comparados con los adultos, esféricos de unas 50 micras de diámetro, blanco cremoso o amarillentos. En el campo solo son visibles con lupa de 15-20 X. La descripción detallada del adulto según Keifer (1975) citado por (Cermeli *et al.*, 1982) es la siguiente:

Bajo el microscopio compuesto *A. lycopersici* es estructuralmente diferente a las otras especies del genero. El lóbulo anterior de la placa es ancho y corto, el cual se precipita anteriormente, lo cual es casi atípico para el grupo. Las uñas plumosas son de 4 rayos. Las hembras varían de 150 a 180 micras. El lóbulo anterior de la placa está limitada en la parte superior por una línea transversa que se extiende hacia atrás a lo largo de los márgenes posteriores. Lateralmente esta línea tiene varias ramificaciones inferiores que forman celdas sobre las coxas. La línea media de la placa esta presente en los tercios posteriores. Las líneas admedianas se arquean hacia atrás partiendo de la línea transversa anterior, curvada internamente en la mitad, extendiéndose hacia atrás en forma subparalela a cada lado de la línea media, y terminan abriéndose en dirección de los tubérculos dorsales. Las celdas dorsales son cortas. El abdomen tiene cerca de 27 tergitos y 60 esternitos. Los microtubérculos son débiles y alargados en los tergitos, pero en los márgenes de los esternitos son en forma de cuerdas y aguzados. La genitalia de la hembra tiene gránulos débiles basales y cerca de 10 costillas longitudinales débiles.

El *Aculops lycopersici* causa los mayores daños en la época de verano, donde las altas temperaturas y baja humedad le son favorables. Se diferencia de otros eriófidos por la preferencia de vivir expuestos directamente a la luz solar y sin protección. Los primeros síntomas aparecen generalmente en la parte inferior del tallo cerca de la superficie del suelo, extendiéndose luego hacia las ramas y hojas superiores. La epidermis presenta un bronceado que avanza progresivamente hacia las ramas; a su vez, las hojas amarillentas y se marchitan. A medida que el daño avanza el tallo muestra además rajaduras longitudinales, los frutos solo son afectados cuando las infestaciones son muy altas, presentando un bronceado de la epidermis y rajaduras semejantes a las del tallo.

Control biológico.

Bailey y Keifer (1943) citado Gispert (1987) mencionan como depredadores al fitoseiido *Seiulus sp.* Que se alimenta de todos los estados de desarrollo del ácaro del tomate. Otro enemigo natural es *Leptotris mali* (Fitch). Rice (1961) cita a los fitosiidos *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt y *Lasioseius sp.* y al tideido *Pronematus ubiquitous* (McGregor) alimentándose del ácaro del tomate, siendo este último el depredador más efectivo citado por Gispert (1987).

Control químico.

El azufre es efectivo para el combate del ácaro del tomate, puede aplicarse en forma de polvo, líquido o en combinaciones con otros materiales.

Gispert (1987) evaluó el efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo aplicado en dos etapas fenológicas de la planta, sobre la fluctuación poblacional de *Aculops lycopersici*. Para ello se utilizó planta de tomate variedad Flora-Dade, la que se desarrolló en invernadero bajo tres niveles de humedad aprovechable: T1 50-100%, T2 25-30%, y T3 10-15%, mismos que se mantuvieron en la etapa vegetativa y floración.

Los resultados muestran que el número de ácaros tendió a ser menor en el riego más abundante.

2.10.1.4 Mosquita blanca

La mosquita blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, *Bemisia tabaci* Genadius) es una de las plagas que más impacto ha causado a nivel mundial en los últimos años por la peligrosidad que tiene para transmitir enfermedades de tipo viral.

Características generales de la mosquita blanca.

Descripción morfológica. Las mosquitas blancas son insectos chupadores que se localizan en el envés de las hojas hospedantes. Presentan metamorfosis incompleta; es decir, que su ciclo biológico se conforma de huevecillo, ninfa y adulto. La hembra oviposita en el envés de

hoja y coloca los huevecillos de manera desordenada y siempre en posición vertical, estos tiene forma de huso con la parte posterior en cuya parte llevan un corto pedicelo por medio del cual se adhieren al follaje insertándolo en la superficie de las hojas o dentro de los estomas cuya función es la de absorber humedad requerida esencialmente para el desarrollo normal del huevecillo. Cuando están recién ovipositados son de un color verde claro y próximos a la eclosión se tornan de color castaño oscuro, presentan un corion completamente liso y brillante.

La ninfa del primer instar también se le conoce como larva, ya que presenta características similares a esta, tales como presentar antenas y patas funcionales, que sirven para trasladarse hacia el lugar donde permanecerá adherido al follaje, debido a que inserta su aparato bucal para alimentarse y permanecer en estado sésil, ya que pierde antenas y patas. Las ninfas de forma oval, permanecen aplanadas como escamas y se diferencian del primer instar por no poseer antenas y patas. Al último instar se le conoce como pupa debido a que se manifiestan las alas internamente y además por presentar ojos de color rojo.

Los adultos son de color blanco amarillento, su cuerpo esta cubierto de un polvillo ceroso de color blanco, presenta tarsos de dos segmentos y antenas de siete segmentos, las hembras presentan el abdomen más agudo que los machos, miden aproximadamente 1.5 mm de longitud, las alas son angostas y descansan sobre el cuerpo formando un ángulo de 45 grados (Avilés, 1999, citado por Caro 2001).

Daños. El daño directo lo causan las ninfas y los adultos por la succión de los nutrientes a la planta a través de su aparato bucal. Esto ocasiona el amarillamiento de la planta hospedante, la cual detiene su crecimiento e incluso puede llegar a morir cuando las poblaciones son altas. Otro daño indirecto es al excretar mielecilla sobre las hojas en la cual se desarrolla una fungosis negra llamada fumagina y los hongos que se desarrollan sobre esta sustancia azucarada.

Estrategias de control.

Utilizar malla antifidos para cubrir los invernaderos por donde se realiza la ventilación.

Utilizar barreras físicas bandas amarillas de plástico con pegamento Pegafin 50 o biotac, rodeando los lotes comerciales. Cultivos trampas y barreras vivas, los más utilizados son. zacate sudan, sorgo, berenjena, maíz y algunas plantas olorosa como albahacar y cilantro.

Utilizar jabones agrícolas entre estos se mencionan los siguientes M- Pede (1.0 litros /ha), SAP (1.0-2.0 litros/ha), foca (1.25/ha), Vel rosita (1 litro/ha).

Hongos entomopatógenos. Los que se han utilizado en México son: *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*. (Caro, 2001).

2.10.2 Enfermedades

2.10.2.1 Damping Off o secadera de plántulas

Es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población. Esto obliga a efectuar labores de resiembra y afecta la programación de planteo.

Sintomatología. Las semillas pueden pudrir antes de la emergencia dando la apariencia de fallas de germinación. Después de la emergencia, las plántulas muestran lesiones en la base del tallo, que lo rodean, y las plantas se marchitan y caen sobre el sustrato.

En caso del *Pythium*, las lesiones son oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato; en el caso de la *Rhizoctonia*, las lesiones son de café rojizo a oscuras, y pueden afectar las raíces y el cuello de las plántulas. Después de un mes de edad, o después del transplante, las plantas normalmente son muy tolerantes y las zonas se restringen a la zona cortical.

Etiología y Epidemiología. La enfermedad puede ser causada por un complejo de hongos que incluyen a *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos

sobreviven por largos periodos en el suelo, y pueden resistir en residuos de plantas enfermas o en raíces de malezas. El Damping Off tiende a ser más severa bajo condiciones de alta humedad del suelo, compactación, ventilación deficiente y ambiente húmedo, nublado y fresco.

Control. En invernadero se deben usar materiales estériles y mejorar la ventilación. El tratamiento de las semillas con captan, Dichlone y Thiram; y las aspersiones con Metalaxyl y Captán, pueden ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad (Sánchez, 2001).

2.10.2.2 Tizón tardío

Es considera de la enfermedad más destructiva del tomate y la papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos.

Sintomatología. La enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después, las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lamina foliar. Esto provoca que pierda rigidez y que su peciolo se doble hacia abajo; también los tallos y las ramas pueden ser afectados de la misma forma, y los frutos dañados presentan grandes manchas de color café rojizo que en ocasiones las cubren por completo.

Etiología y Epidemiología. El patógeno que causa esta enfermedad es *Phytophthora infestans*. Las esporas de este hongo, pueden ser diseminados a grandes distancias por el viento. El ambiente húmedo y fresco, días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

Control. La manera más efectiva de controlar el Tizón Tardío es diseñar un buen programa de aspersion de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronostico de la enfermedad. Algunos fungicidas preventivos que se usan son a base de Captafol, Clorotalonil, y Mancozeb. Después que se observan las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistemática; entre estos se mencionan a Metalaxil, Fosetil-Al, Cymoxanil, y otros (Sánchez, 2001).

2.10.2.3 Tizón Temprano

Es una de las enfermedades más importantes del cultivo del tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infestar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, peciolos, hojas, flores y frutos.

Sintomatología. Los primeros síntomas ocurren en las hojas mas viejas, y consisten en pequeñas lesiones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos, debido a la resistencia que presenta la planta para detener el avance de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más. Típicamente las lesiones se rodean de un color amarillo, debido a la producción de toxinas; y cuando las lesiones son numerosas, se pueden unir, destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de la fruta. La enfermedad puede causar tizón de las flores, y las lesiones en tallos peciolos y frutos, normalmente muestran el patrón de anillos concéntricos; además, cuando envejecen, producen un polvillo negro que corresponde a las fructificaciones del hongo.

Etiología y Epidemiología. El agente causal del Tizón Temprano del tomate es el hongo *Alternaria solani*. El patógeno inverna en tejidos de cosecha que permanecen en el suelo, los conidios germinan a temperaturas entre 24-29 °C y ambiente húmedo o lluvioso; estos se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia.

Control. El método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivo. Algunos de los productos más utilizados son Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb (Sánchez, 2001).

2.11 Cosecha

La recolección del fruto se efectúa en distintos grados de maduración según el mercado a que se destine, las condiciones de transporte y temperatura, la recolección debe ser por la mañana cuando las temperaturas son bajas (Castilla, 1995).

2.12 Calidad del fruto

La calidad del fruto está relacionada principalmente con su color, tamaño, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte (Castilla, 1995).

En México la coloración del tomate para poder cosecharse según Vásquez (1999) son los siguientes:

Verde. Significa que la piel del tomate está completamente verde. El color verde puede variar del verde claro a oscuro.

Quebrando (verde-rosa). Significa que hay una interrupción distinta en el color de verde hasta amarillo, rosado o rojo en no más del 10% de la piel.

Rayado (rayando) Significa que entre el 10% y el 30% de la superficie del tomate, muestra un color rosado o rojo.

Rojo claro. Significa que entre el 60% y el 90% de la superficie tiene color rosado o rojo claro.

Rojo. Significa que más del 90% de la superficie del tomate muestra color rojo.

El tamaño de los tomates se determina con base en su diámetro ecuatorial, utilizando la norma mexicana NMX-FF-009, Vásquez (1999).

El diámetro ecuatorial mínimo es cuando el tomate en, posición vertical, no puede pasar por una abertura circular del diámetro designado en el Cuadro 2.2.

El diámetro ecuatorial máximo cuando el tomate, en cualquier posición, puede pasar por una abertura circular del diámetro designado en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Tamaño de tomate bola según Vásquez (1999). UAAAN-UL,2002.

| Tamaño | Diámetro mínimo en mm | Diámetro máximo en mm |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Chico | 54 | 58 |
| Mediano | 57 | 64 |
| Grande | 63 | 71 |
| extragrande | 70 | En adelante |

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL) ubicada en Santa Fe en San Antonio de los Bravos, perteneciente al municipio de Torreón, Coahuila, México. En los meses de agosto de 2001 a enero de 2002 en el invernadero del Departamento de Horticultura. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna se localiza 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).

3.2 Tipo y características del invernadero

El invernadero es de tipo semicircular cubierto con plástico transparente y malla sombra, con estructura metálica, ventilación lateral en forma natural y con malla antiafidos, piso de grava, sistema de riego por goteo automatizado, con bomba (venturi) para fertilizar. Las dimensiones del invernadero son las siguientes 23 metros de largo, 8 metros de ancho y 4.5 metros de alto.

3.3 Clima

El clima de la Comarca Lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500 en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual promedio de 2,600 mm. Una temperatura anual de 20 °C. En este ultimo aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el primero comprende siete meses, desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media mensual excede los 20 °C; el segundo abarca de noviembre a marzo en que la temperatura media mensual varia entre los 13. 6 °C y los 19.4 °C. Los meses más fríos son diciembre y enero

registrándose en este último el promedio de temperatura más bajo es de 5.8 °C aproximadamente (CNA, 2001).

3.4 Genotipos evaluados

En el mes de agosto de 2001 a febrero de 2002 se evaluaron tres híbridos de tomate de crecimiento indeterminado, con larga vida de anaquel y con las siguientes características según la casa comercial Hazera:

- Brillante (FA-179). Es una planta de tipo indeterminado, madurez relativa media, vigor compacta, con un peso de 130 - 200 gramos por fruto, forma globosa, hombros verdes, buena firmeza y una larga vida prolongada, recomendada para otoño, de buen sabor. Con resistencia a *Verticillium*, raza 1 de *Fusarium*, raza 2 de *Fusarium* y virus del mosaico del tabaco.
- Belladona (FA-514). Es una planta de tipo indeterminado, madurez relativa media, de vigor compacta, con un peso de 180 - 240 gramos por fruto, forma globosa, madurez uniforme, con buena firmeza y larga vida prolongada, recomendada para otoño. Con resistencia a *Verticillium*, raza 1 de *Fusarium*, raza 2 de *Fusarium* y virus del mosaico del tabaco.
- BS1254417. En este híbrido no se describen las características por que la casa comercial no las proporciono (Bruisna).

3.5 Medios de crecimiento

La siembra se realizó el 25 junio de 2001 en charolas de poliestireno con 200 cavidades, usando como sustrato Peat-most (COSMOPEAT nombre comercial), el transplante se efectuó el 14 de agosto de 2001 cuando las plantulas tenían 5 - 6 hojas verdaderas. Se utilizaron bolsas negras de 40 x 40 cm como macetas, el sustrato que se utilizó fue arena desinfectada con bromuro de metilo a razón de 1 libra de bromuro de metilo

por cada 3 m³ de arena, una vez llenas las macetas se lavó la arena con agua de la llave, se colocaron a doble hilera con arreglo de tresbolillo espaciados a 30 cm entre plantas y 80 cm entre pasillos.

3.6 Manejo del cultivo

Las plantas fueron podadas y guiadas a un solo tallo quitando las ramas axilares, se entutoró sosteniendo la planta con rafia, cuando esta no podía sostenerse por si sola. Se realizó un despunte al tallo principal cuando éste alcanzó los alambres que lo sostenían con el fin de que los fotosintatos aumentaran el tamaño del fruto. Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador eléctrico (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia cuando las flores estuvieran receptivas, esta práctica se realizó diariamente de las 10:00 AM a 3:00 PM..

Durante la fructificación, cuando el fruto tenía el punto rosado del primer racimo, se procedió a deshojar; hasta el primer racimo, con el fin de poder bajar la planta, aumentar la aireación, aporcar y evitar problemas fitosanitarios.

Para poder reducir la temperatura del invernadero y poder aumentar la humedad relativa se regaban los pasillos de 2 - 3 veces por día.

3.7 Riego y fertilización

El riego se aplicó de 4 – 5 veces por día dependiendo de las condiciones climáticas, la fertilización se realizó una vez por día. La solución nutritiva utilizada fue la generada por Zaidan y Avidan (1997). También se aplicó riegos pesados cada mes para poder lavar las sales que se acumularan en las macetas.

Cuadro 3.1 Fertilizantes y cantidades para preparar la solución nutritiva concentrada en 18 litros de agua para cada fase de desarrollo de la planta. UAAAUL, 2002.

| Fertilizantes | Etapa de desarrollo vegetativo | | | Época fría. |
|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------|
| | Plantación y establecimiento. | Floración y cuajado | Inicio de maduración y cosecha | |
| KNO ₃ (g) | 60 | 420 | 405 | 606 |
| Mg(NO ₃) ₂ (g) | 20 | 140 | 216 | 312 |
| KNO ₃ (g) | 55 | 385 | 495 | 543 |
| Quelatos (g) | 8 | 28 | 39 | 30 |
| H ₃ PO ₄ (ml) | 86 | 240 | 169 | 86 |

3.8 Plagas y enfermedades

Para la detección de mosquita blanca se utilizaron trampas amarillas, para las demás plagas y enfermedades se inspeccionaron visualmente las plantas.

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron las siguientes mosquita blanca que se controló con un insecticida químico de nombre comercial Confidor a razón de 1L/ha, al momento de transplantar se aplicó en el riego, minador de la hoja para esta plaga solamente se podaron las hojas dañadas, para el gusano alfiler se aplicó Decis cuando se presentó esta plaga, con una dosis de 1.5 1L/ha posteriormente se utilizaron feromonas para controlar, acaro del tomate para controlar esta plaga se utilizó azufre para controlar a razón de 2 litros por hectárea. Las enfermedades que se presentaron fueron: Tizón temprano se controló con un insecticida orgánico de nombre Amistar con una dosis de 300 gramos por hectárea mediante el sistema de riego, tizón tardío se aplicó Ridomil Bravo con una dosis de 2.5 Kg/ha y Damping Off que se controló con Tecto 60 a razón de 500 gramos por hectárea.

3.9 Cosecha

La cosecha se realizó una vez por semana, cuando el fruto presentó un color rojo claro promedio de un 60%, pero no más del 90%, ya que los híbridos evaluados son de larga vida de anaquel.

3.10 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura la cual se midió con una cinta métrica, se tomó 8 alturas cada ocho días, inicio de floración, porcentaje de amarre de frutos, calidad y rendimiento en Ton/ha. Para obtener la calidad se midió el diámetro polar y ecuatorial, peso, grados Brix, espesor de pulpa, número de lóculos por fruto, color externo e interno de los frutos, para esto se utilizó los siguientes materiales: Vernier, refractómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres.

3.11 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloque al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue de dos plantas para evaluar calidad y seis para evaluar rendimiento, la superficie sembrada fue de 184 m².

3.12 Análisis estadístico

Para el presente trabajo se aplicó un análisis de varianza considerando cada una de las variables 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 Statistical Analysis System (SAS) versión, 6.12 (SAS, 1998).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Desarrollo vegetativo

En general los tres genotipos evaluados en 2001-2002 mostraron un crecimiento vigoroso ya que cubrieron los espacios entre plantas e hileras.

4.1.1 Altura

Entre los híbridos de tomate evaluados se encontró diferencias altamente significativas para altura de planta a través de las mediciones en tiempo (Cuadro 1A). La comparación de medias permite afirmar que a los 52 días después del transplante el genotipo Brillante fue el de mayor altura con 136.7 cm, mientras, que los genotipos BS1254417 y Belladona fueron estadísticamente iguales con 117.9 cm y 112.7 cm respectivamente. A los 85 días después del transplante que fue la última altura que se tomó se encontró diferencias altamente significativas, Brillante y BS1254417 fueron los de mayor altura con 222.7 y 212.1 cm, respectivamente, mientras que el genotipo de menor altura fue Belladona con 185 cm (Cuadro 4.1).

Rodríguez (2002) evaluando 13 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera encontró una media de 190.5 cm para la variable de altura, este resultado es similar al que se encontró en estos materiales evaluados.

4.1.2 Inicio de floración

Para esta variable el análisis de varianza mostró diferencia significativa entre los híbridos de tomate estudiados (Cuadro 2A), el genotipo Brillante fue el más precoz iniciando a los 33 días después del transplante (84 dds), mientras que los más tardíos fueron Belladona y BS1254417 con 35 y 36 días después del transplante (Cuadro 4.2).

Castilla (1995) menciona que se debe transplantar cuando la plántula tenga de 30 -35 días después de la siembra, en este caso se transplanta a los 51 días después de la siembra, esto puede ser una causa del porque la floración se presentó más tarde en

comparación con los obtenidos por Rodríguez (2002) que encontró que la floración se presentó a los 72 días después de la siembra.

4.1.3 Porcentaje de amarre de frutos

Para esta variable el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ya que fueron estadísticamente iguales como sigue BS1254417, Brillante y Belladona con 67.7 %, 63.7 % y 63.1 % de amarre, respectivamente.

Citados porcentajes de amarre de fruto se consideran bajos, quizá por las condiciones de humedad relativa no controlada y la exposición de los materiales genéticos a las altas temperaturas, ya que, a partir del inicio de floración las temperaturas máximas oscilaron por el orden de los 30 °C, lo cual pudo ser condición básica que explica el bajo amarre.

4.2 Calidad del fruto

4.2.1 Peso promedio del fruto

Para esta variable se detectaron diferencias altamente significativas entre los híbridos de tomate evaluados (Cuadro 3A). Los genotipos que presentaron un mayor peso fueron Belladona y BS1254417 con 219.11 g y 214.64 g, respectivamente, mientras que Brillante fue el de menos peso con 156.46 g. (Cuadro 4.3). Esta diferencia es altamente significativa, lo cual demuestra que no todos los genotipos presentan el mismo peso. Esto se debe posiblemente a que los materiales manifestaron su potencial genético por las condiciones de manejo apropiadas en cuanto a humedad del sustrato y fertilización. Lo anterior, coincide con los resultados que expresa el personal de la compañía Hazera (1999).

4.2.2 Diámetro polar

De acuerdo al análisis estadístico se detectaron diferencias altamente significativas entre los genotipos de tomate estudiados (Cuadro 3A). Los de mayor diámetro polar fueron Belladona y BS1254417 con 6.49 y 6.48 cm, respectivamente, mientras que el de menor tamaño fue Brillante con 5.5 cm. (Cuadro 4.3).

Resultados muy diferentes fueron encontrados por Rodríguez (2002) en una evaluación con híbridos de tomate que realizó en la Comarca Lagunera, ya que encontró medias que van desde 3.5 hasta 4.3 cm de diámetro polar, esto nos indica que cada híbrido es muy diferente en el tamaño de esta variable.

4.2.3 Diámetro ecuatorial.

Para esta variable los resultados del análisis de varianza encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 3A). La comparación de medias indica que los genotipos de mayor diámetro ecuatorial fueron BS1254417 y Belladona con 7.43 y 7.17 cm, respectivamente, mientras que Brillante presentó el menor tamaño con 6.48 (Cuadro 4.3). El diámetro polar de los tres híbridos de tomate coincide con las Normas de Mexicanas de Calidad, ya que entran en la categoría de grande y extra grande (Vásquez, 1999).

4.2.4 Grados Brix

Para la variable sólidos solubles, el análisis de varianza detectó diferencias significativas para los híbridos de tomate evaluados (Cuadro 3A). La comparación de medias entre los genotipos indican que los de mayor contenido de sólidos solubles fueron los híbridos BS1254417 y Brillante con 5.51 y 4.48 g ° Brix, respectivamente, mientras que el de menor concentración fue Belladona con 5.32 ° Brix (Cuadro 4.3).

Estrada (1995) menciona que a medida que se aumenta la concentración de la solución nutritiva también se aumenta la concentración de sólidos solubles, pero disminuye

el rendimiento y esto se pudo comprobar ya que los genotipos evaluados no mostraron diferencias, tal vez porque fueron sometidos al mismo tipo y concentración de la solución nutritiva.

4.2.5 Espesor de pulpa

El análisis de varianza para esta variable mostró diferencia altamente significativa entre los genotipos de tomate evaluados (Cuadro 3A). El mayor espesor de pulpa lo presentaron los genotipos Brillante y BS1254417 con el mismo espesor que fue de 0.88 cm mientras que el híbrido Belladona fue el de menor espesor de pulpa con 0.78 cm (Cuadro 4.3). Lo que se observó es a que a mayor número de lóculos el espesor de pulpa disminuye.

4.2.6 Número de lóculos

El análisis de varianza para la variable número de lóculos detectó diferencias altamente significativas para los híbridos de tomate evaluados (Cuadro 3A). La comparación de medias indica que el genotipo Belladona presentó 5.1 lóculos por fruto en promedio, seguido por BS1254417 con 4.6 lóculos y por último Brillante con 3.6 lóculos. (Cuadro 4.3)

4.2.7 Color y forma del fruto

El color del fruto al momento de cosechar presentó una variación que va desde el color naranja hasta tonalidades de rojo claro y oscuro. El color interior que presentó el genotipo Brillante fue 42 A, BS1254417 presentó un color interior 33 A y Belladona presentó 35 B. Para el color exterior los tres genotipos presentaron el color 34 A.

Para la forma del fruto se utilizó la ficha técnica de la comercializadora de semillas Hazera (1999). Según esta ficha el genotipo Brillante presentó una forma globosa mientras que Belladona y BS1254417 presentaron una forma globosa profunda.

4.3 Rendimiento

El número de cortes que se realizaron durante esta evaluación fue de 14 cortes a intervalos de 8 días, los frutos que presentaron daños por insectos y pudrición distal (apical) no se tomaron en cuenta para obtener el rendimiento tampoco aquellos que presentaron deformación.

El análisis estadístico no mostró significancia ya que los rendimientos obtenidos fueron como sigue Belladona, Brillante y BS1254417 con 139.6, 114.0 y 107.5 ton/ha respectivamente (Cuadro 4.4). Castilla (1995) menciona que en España el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero sin calefacción, con cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, podado a un tallo y ciclo largo de agosto a mayo, se obtienen rendimientos de entre 15 a 18 Kg/m², explotando aproximadamente 15 ramilletes de flores, en este trabajo se obtuvieron 12 Kg/m² en promedio con un periodo que comprende de agosto a enero con 7 ramilletes de flores por planta, de acuerdo a esto se obtuvieron rendimientos aceptables.

Espinosa *et al.* (2002) en una evaluación de híbridos de tomate bola bajo condiciones de invernadero en Durango, México encontraron rendimientos de 169 ton/ha.

Rodríguez (2002) en una evaluación de híbridos de tomate en condiciones similares encontró rendimientos de 82.9 ton/ha con el cultivar Norma. Con esto se vuelve a reafirmar que se obtuvieron rendimientos aceptables en seis meses de cultivo, mientras que en España el ciclo de cultivo es de 10 meses (Castilla, 1995).

V CONCLUSIONES

Con base a los resultados y a la discusión realizada de las variables de desarrollo vegetativo, porcentaje de amarre de frutos, calidad de los frutos y rendimiento, se concluye lo siguiente:

- a).- Para la variable de altura final de la planta, que se tomo a los 85 días después del transplante el híbrido Brillante fue el de mayor altura con 222.7 cm.
- b).- Para la variable de inicio de floración el híbrido Brillante fue el más precoz ya que se presentó a los 33 días después del transplante.
- c).- Para el porcentaje de amarre de frutos, todos presentaron un promedio de 65%, esto se debió a las altas temperaturas que se presentaron en el invernadero.
- d).- Para peso de fruto el híbrido Belladona fue el que presentó el mayor peso con 219.11 g.
- e).- El mejor híbrido en cuanto a diámetro ecuatorial fue BS1254417 con 6.49 cm.
- f).- Para sólidos solubles el que presentó el mayor contenido de °Brix fue el BS1254417 con 5.51 ° Brix.
- g).- Para el espesor de pulpa sobresalieron el híbrido Brillante y BS1254417 con 0.88 cm los dos.
- h).- Para el número de lóculos el híbrido Belladona fue el mejor con 5.1 lóculos.
- i).- El rendimiento que se obtuvo en promedio fue de 120 ton/ha lo que representa un 600% en comparación con lo que se obtienen a campo abierto.
- j).- Se cumplieron los objetivos y metas de la investigación de producir al menos de 100 ton/ha.

Como conclusión general ante la mayoría de las variables evaluadas el híbrido que más sobresalió, fue Belladona, el cual se puede recomendar para producirse comercialmente ya que fue el que mejor se adaptó a las condiciones de invernadero. Estos rendimientos

ya que fue el que mejor se adaptó a las condiciones de invernadero. Estos rendimientos obtenidos se pueden aumentar si se controlan mejor las condiciones de temperatura y humedad dentro del invernadero.

VI LITERATURA CITADA

- Abad B. M. 1995. Sustratos para el cultivo sin suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.191-225.
- Alpi A. y F.Togoni. 1991. Cultivo en invernadero. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 76-78.
- Alvarado R. B. 2001. El manejo integrado de plagas del tomate en México. *In*: Curso del INCAPA. "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 1-16.
- Anderlini R. 1976. El cultivo del tomate. Editorial. CEAC. Guías de Agricultura y Ganadería. Barcelona, España.
- Bretones C. F. 1995. Producción hortícola bajo invernadero. Symposium internacional sobre tecnologías agrícolas con plásticos. Guanajuato, México. Pp 9-23.
- Bouzo C. A. y F. Gariglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Burgueño H., F. Uribe y M. Valenzuela. 2002. Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *In*: Memorias del 2º Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México.
- Cadahia L. C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp 65-69
- Caro M. P. 2001. Manejo de plagas del cultivo del chile. *In*: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 40-44.

- Calderón S. F. 2002. Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la Sabana de Bogotá. Dr. Calderón Laboratorios Ltda. Avda. 13 No.87-81 Bogotá D.C., Colombia S.A. acaldero@cable.net.co
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.
- Castilla P. N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 191-225.
- Cermeli L., S. Doreste E. y L. Van B. 1982. *Aculops lycopersici* (Masse) nueva plaga del cultivo de tomate en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.(Macaray)*, XII (3-4).
- Chamorro L. J. 1995. Anatomía y Fisiología de la planta. *In*: F.Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 45-66.
- Claridades Agropecuarias. 1995. La producción mundial de tomate fresco. El jitomate mexicano complemento del mercado Estadounidense. Revista del mes de septiembre. Número 25. Pp. 870-893.
- Claridades Agropecuarias. 1998. El jitomate, la hortaliza de excelencia en exportación. Revista del mes de octubre. Número 62. Pp.2497-2515.
- Comisión Nacional del Agua. CNA. 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Diez N. J. 1995. Tipos varietales. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 95-127.
- Durán M. J., Martínez E. y C. Navas M. 2000. Los cultivos sin suelo: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Vida rural número 101. Madrid, España.

- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492.
- Espinosa Z. C., S. Álvarez A., J Muñoz R., V Castro R., J López H y P Cano R. 2002. Comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en Durango, México. *In: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia Durango.*
- Esquinas A. J. y F. Nuez. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. Pp. 13-39. *In: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Estrada M. B. 1995. Influencia de la salinidad del agua, la frecuencia de riego y la modalidad de transplante en el cultivo del tomate en suelo arenoso y riego por goteo. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Favaro J. C. y P. Marano R. 2002. Efecto del raleo de flores y frutos en la producción de tomate bajo invernadero. Universidad Nacional de Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Ferreira C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- Francescangeli N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario San Pedro Buenos, Aires, Argentina.
- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- Gispert G.M.1987. Influencia del riego en la fluctuación poblacional del acaro del tomate (*Aculops lycopersici* Masse). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. Pp 38-40.

- Hazera Quality Seeds Ltd (HAZERA). 1999. Quality Seeds Tomato. Ficha técnica. Israel. 2 p.
- Infoagro. 2002. Cultivo del tomate. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.asp>
- Lara H. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra*. 17(3). Pp 221-229
- Lomelí Z. H. 1999. Agrocultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México.
- Mexicano H. J., R. Alonso V., J. Ramírez M. y A. Benavides. 1999. Efecto de fuentes de nitrógeno y fierro del tomate en hidroponía. Memorias del VII Congreso de Horticultura. Manzanillo, Colima, México. P.113.
- 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
- Navarro G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. *In: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura*. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.
- Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Nayarit, México. Pp. 155-159.
- Paquete estadístico. Statistical Analysis System. SAS. 1998. Versión 6.12. Edition Cary N. C. United States of America.
- Peña P. E. y Guajardo P. 1999. Panorama de los métodos de Riego en México. *In: IX Congreso Nacional de Irrigación*. Culiacán Sinaloa. Pp.1-4.
- Peréz G. M., Márquez S. F. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo Texcoco estado de México. Pp.149-159.

- Pilatti R. A. y A. Bouzo C. 2000. Efecto de bajado de plantas sobre producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Cátedra de Fisiología Vegetal del grupo de hortícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805 (3080) Esperanza, Santa Fe Argentina.
- Resh H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. Cuarta edición. Ediciones Mundi -Prensa. Madrid, España. Pp.425- 445.
- Rodríguez R. R., Tabares R. J. y J. Medina S. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 65-81.
- Rodríguez G. E., J Solís R., J Araujo P. y G González, Q. 2002. Efecto de la presión osmótica en la solución nutritiva sobre la producción de fruto en jitomate. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Rodríguez D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño- invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Pp 68-87.
- Rodríguez M. R.y Jiménez D.F. 2002. Manejo de invernaderos. In: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia Durango. Pp. 58-65.
- Romero A. R, T. Soria y J. Cuartero. 1999. Humificación ambiental del invernadero como técnica para mejorar el estado de plantas de tomate cultivadas con agua moderadamente salinas. Estación Experimental la Mayorca. In: VI Congreso Hispano Luso de Fisiología Vegetal. Pp1-39.
- Ruiz R. J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Sade A. 1998. Cultivo bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. Pp 1-14.

- SAGARPA. 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Jefatura de programa de Sanidad vegetal. Torreón, Coahuila, México.
- Sánchez C. M. 2001. Manejo De enfermedades del tomate. *In*: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp 22-39.
- Sánchez, B. F. y E. Favela. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión.45 paginas.
- Serrano C. Z. 1978. Tomate, pimientos y berenjena en invernadero. Publicaciones de extensión agrícola. Madrid, España.
- SIAP. 2002. Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera Análisis agropecuario de invernaderos..SAGARPA.
- Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9
- Valadez L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa México D.F. Pp. 198-222.
- Vásquez A. J. 1999. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano- Hortalizas frescas- Tomate- (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Especificaciones. Programa de inocuidad alimentaria. Normas oficiales mexicanas. Pp 2-18
- Zaidan O. y A. Avidan.1997. Cultivo de tomate en sustrato. CURSO Internacional sobre producción de hortalizas en diferentes condiciones ambientales. Ministro de agricultura y desarrollo rural centro de cooperación internacional para el desarrollo Agrícola. Shefayim, Israel. Pp 20-23
- Zapata A., M. Sánchez y M. Cervantes. 2001. Influencia de la técnica de la poda en el calibre de los frutos. Caso del tomate bajo invernadero y cultivo hidropónico.. Revista Terralia. Número 23. Mes de noviembre.

APÉNDICE

Cuadro 1A. Cuadrados medios y significancia de las alturas tomadas en los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Fuente de variación | Grados de libertad. | Altura 1. 23 DDT. | Altura 2. 31 DDT. | Altura 3. 38 DDT. | Altura 4. 45 DDT. | Altura 5. 52 DDT. | Altura 6. 61 DDT. | Altura 7. 76 DDT. | Altura 8. 85 DDT. |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Genotipo. | 2 | 426.60** | 937.39** | 1789.62** | 2726.51** | 3815.29** | 4047.05** | 4990.38** | 8959.91** |
| Repetición. | 2 | 228.54** | 206.71** | 672.79** | 284.05NS | 4173.16** | 7887.93** | 305.43NS | 320.50NS |
| Error | 67 | 21.05 | 58.93 | 104.7 | 153.27 | 184.13 | 251.92 | 576.58 | 882.25 |
| c.v. (%) | | 16.87 | 15.90 | 14.31 | 12.67 | 11.08 | 10.56 | 13.25 | 14.39 |

*,**= Significativo al 5% y 1%, respectivamente.

NS= No significativo

Cuadro 4.1. Medias y significancia de las alturas tomadas entre los híbridos de tomate evaluadas bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Genotipo de tomate. | Altura 1. 23 DDT. | Altura 2. 31 DDT. | Altura 3. 38 DDT. | Altura 4. 45 DDT. | Altura 5. 52 DDT. | Altura 6. 61 DDT. | Altura 7. 76 DDT. | Altura 8. 85 DDT. |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Brillante. | 28.5 a | 53.8 a | 80.7 a | 109.9 a | 136.7 a | 163.6 a | 192.5 a | 222.7 a |
| BS1254417. | 22.3 b | 41.5 b | 63.5 c | 90.6 b | 117.9 b | 149.2 b | 186.0 a | 212.1 a |
| Belladona. | 29.3 a | 49.5 a | 70.2 b | 92.4 b | 112.7 b | 137.7 c | 164.9 b | 185.0 b |

DDT Significa días después del transplante.

Cuadro 2A. Cuadrados medios y significancia para las variables de inicio de floración presentes en los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Fuente de variación. | Grados de libertad | DDTIF |
|----------------------|--------------------|----------|
| Genotipo | 2 | 55.00 * |
| Bloque | 2 | 80.23 ** |
| Error | 62 | 14.46 |
| C.V. (%) | | 10.94 |

*, **=Significativo al 5% y 1%, respectivamente.

DDTIF Significa días después del transplante e inicio de floración.

Cuadro 4.2. Medias y significancia para inicio de floración de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Genotipo | DDTIF |
|-----------|----------|
| Brillante | 32.9 a |
| BS1254417 | 33.9 a |
| Belladona | 35.1 a b |

Cuadro 3A. Cuadrados medios y significancia para peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa, grados brix y número de lóculos de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Causas de variación. | Grados de libertad | Cuadrados medios | | | | | |
|----------------------|--------------------|------------------|----------------|----------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | Peso | Diámetro polar | Diámetro ecuatorial. | Grados brix | Espesor de pulpa | No. lóculos |
| Genotipo | 2 | 139497.38** | 36.27** | 25.29** | 1.07* | 0.34** | 73.19** |
| Repetición | 2 | 35118.55** | 0.77NS | 3.15* | 0.32NS | 0.23** | 6.56** |
| No. | 7 | 17914.25** | 9.54** | 14.23** | 6.20** | 0.04* | 4.51** |
| Racimo | 318 | 39.11 | 0.58 | 0.94 | 0.34 | 0.01 | 1.26 |
| Error | | | | | | | |
| c.v. (%) | | 31.95 | 12.73 | 13.99 | 10.33 | 15.90 | 25.57 |

*,**=Significativo al 5% y 1%, respectivamente.
NS= No significativo

Cuadro 4.3. Medias y significancia para peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa, grados brix y número de lóculos de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Genotipo | Peso | Diámetro polar | Diámetro ecuatorial | Grados brix | Espesor de pulpa | Número de lóculos |
|-----------|---------|----------------|---------------------|-------------|------------------|-------------------|
| Brillante | 156.46b | 5.50b | 6.48b | 5.48a | 0.88a | 3.6c |
| BS1254417 | 214.64a | 6.48a | 7.43a | 5.51a | 0.88a | 4.6b |
| Belladona | 219.11a | 6.49a | 7.17a | 5.32a | 0.78b | 5.1a |

Cuadro 4A. Cuadrados medios y significancia para rendimiento de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Fuente de variación. | Grados de libertad | Cuadrado medio de rendimiento. |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|
| Genotipo. | 2 | 5181.16 NS |
| Repetición. | 2 | 387.19 NS |
| Genotipo*Repetición. | 4 | 1463.91 NS |
| Error | 45 | 2052.27 |
| C.V. (%) | | 37.62 |

NS= No significativo.

Cuadro 4.4. Medias y significancia para rendimiento de los híbridos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

| Genotipo | Rendimiento Ton/Ha. |
|------------|---------------------|
| Brillante. | 114.0 a |
| BS1254417. | 107.5 a |
| Belladona. | 139.6 a |