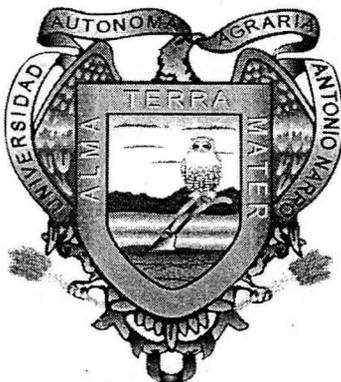


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por

VÍCTOR MANUEL RÍOS ONTIVEROS

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
 “ANTONIO NARRO”
 UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN
 TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
 INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA

Por

VÍCTOR MANUEL RÍOS ONTIVEROS

TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito parcial
 para obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:


 DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor :

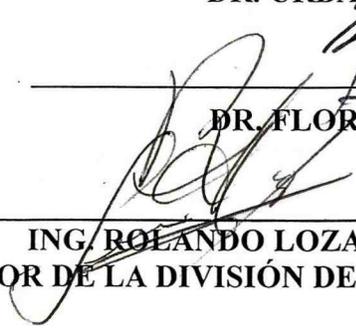

 MC. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

Asesor :


 DR. URBANO NAVA CAMBEROS

Asesor:


 DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ


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



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
 DE CARRERAS AGRONÓMICAS
 UAAAN UL

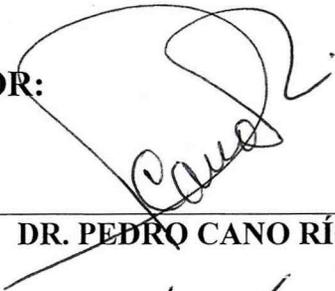
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. VÍCTOR MANUEL RÍOS ONTIVEROS QUE SE
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADA POR:

PRESIDENTE



DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL



DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

VOCAL

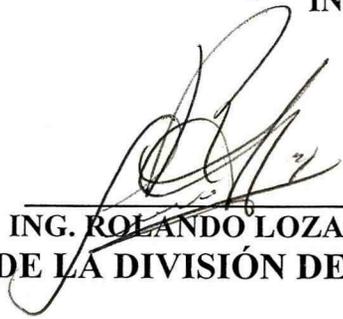


ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

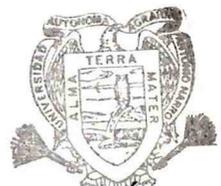
VOCAL SUPLENTE



ING. BERTHA A. CISNEROS FLORES



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



**COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UAAAN - UL**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2003

AGRADECIMIENTOS

A mi "ALMA MATER" por haberme permitido formarme como profesionista al culminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Con todo respeto al Dr. Pedro Cano Ríos, investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y maestro del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Por su colaboración y aportación para la realización de esta investigación, por la paciencia, confianza, consejos, cariño y amistad brindada.

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.

A la Ing. M. C. Norma Rodríguez Dimas, por sus grandes aportaciones, sugerencias y consejos que fueron esenciales para mi aprendizaje y realización de este trabajo.

Al Ing. Antonio Mata Maravilla por su colaboración en la elaboración de este documento.

A mis asesores:

Dr. Urbano Nava Camberos

Dr. Florencio Jiménez

M. C. Yasmín Chew Madinaveitia

Por todo el apoyo que mostraron en la realización de este trabajo.

A mi compañero Iván Addiel Hernández Simón, por su valioso apoyo para la realización de esta investigación, pero sobre todo por la gran amistad que en él encontré.

Al Sr. Gerardo Palacios Vázquez por el valioso apoyo que siempre mostró hacia la presente investigación, así como su gran amistad.

A mi gran amigo Donaciano Covarrubias Álvarez por la amistad y confianza que me brindo.

A mi gran amiga y hermana Ciria Selene Sánchez Rodríguez, por el apoyo moral y esa gran amistad que nos unió y que mostró en todo momento en el que estuvo compartiendo el aula con migo, gracias por todo. "Te quiero".

A la familia Sánchez Rodríguez que me abrió las puertas de su casa tratándome como uno más de su familia y brindándome su apoyo incondicional durante mi estancia en esta ciudad.

A la familia García Hernández y a la familia Medina Rodríguez por todo el apoyo, pero sobre todo la gran amistad que me brindaron el tiempo que estuve con ellos. "Gracias".

A la selección de fútbol femenino y su entrenador por haberme dejado colaborar con ellos como entrenador de deporte y recibiendo como pago un gran apoyo y amistad por parte de todo el equipo.

DEDICATORIAS

A Dios que fue el que me dio la vida y permitirme llegar hasta aquí y realizarme como profesionista.

A la memoria de mis padres de crianza la Sra. Rita Martínez Rojas (+) y el Sr. Anselmo Ruiz Busaney (+), por haberme inculcado el amor a la tierra y al trabajo, con todo mi amor y cariño, donde quiera que estén, "Gracias".

A mi mamá Rosa Maria Ontiveros Jiménez por haberme brindado todo su apoyo y confianza pero sobre todo él haberme dado la vida.

A mis hermanos (as):

Liliana, Claudia, Marlen, Emilio y Rosita por su cariño y comprensión, esperando ser un ejemplo para ellos y por darme la dicha de ser tío al darme a dos sobrinas hermosas, Leticia y Claudia

A todos mis familiares que no se mencionan y que de algún modo u otro contribuyeron.

"Gracias a todos y por todo"

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación.....	2
1.2	Objetivos	2
1.3	Hipótesis	2
1.4	Metas	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	Generalidades del tomate.....	3
2.2	Origen	3
2.3	Valor nutritivo	3
2.4	Clasificación taxonómica del tomate.....	4
2.5	Características morfológicas del tomate.....	4
2.5.1	Raíz.....	5
2.5.2	Tallo.....	6
2.5.3	Hoja.....	7
2.5.4	Flor.....	7
2.5.5	Fruto.....	8
2.6	Generalidades de invernaderos.....	9
2.6.1	Ventajas de la producción en invernaderos	10
2.6.2	Desventajas de producir en invernadero.....	11
2.7	Labores culturales	11
2.7.1	Producción de plántula	11
2.7.2	Transplante.....	12
2.7.3	Poda de formación.....	12
2.7.4	Aporcado y rehundido.....	13
2.7.5	Tutorado	14
2.7.6	Desbrotado	14
2.7.7	Deshojado	15

2.7.8	Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	15
2.7.9	Bajado de plantas	15
2.7.10	Arreglo topológico	17
2.8	Plagas y enfermedades	17
2.8.1	Plagas	17
2.8.1.1	Moscas Blancas	17
2.8.1.2	Pulgones	20
2.8.1.3	Trips	22
2.8.1.4	Minadores de la hoja (<i>Lyriomyza</i> spp.)	24
2.8.1.5	Gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i> Wlshingham)	26
2.8.1.6	Ácaros	27
2.8.1.7	Importancia de la temperatura, humedad y luz en plagas	30
2.8.2	Enfermedades foliares	31
2.8.2.1	Cenicilla (<i>Leveillula taurica</i> Lev. Arnaud)	31
2.8.2.2	Moho de la hoja (<i>Cladosporium fulvum</i> Cooke)	32
2.8.2.3	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i> Ell. et Mart Nerg)	33
2.8.2.4	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i> Mont. de By)	35
2.8.3	Enfermedades de la raíz	37
2.8.3.1	Fusarium	37
2.8.4	Enfermedades causadas por virus	38
2.8.5	Enfermedades nutricionales	40
2.8.6	Enfermedades fisiológicas	46
2.8.6.1	Intumescencias	46
2.8.6.2	Podredumbre Apical	47
2.8.6.3	Agrietado Fisiológico de los Frutos	48
2.8.6.4	Manchado del fruto	49

2.8.6.5	Acostillado verde.....	51
2.8.6.6	Cara de gato.....	51
2.8.6.7	Curvado.....	51
2.8.7	Factores que influyen en el desarrollo de enfermedades en tomate ..	50
2.8.7.1	Temperatura.....	51
2.8.7.2	Humedad.....	51
2.8.7.3	Viento.....	51
2.8.7.4	Luz.....	52
2.8.7.5	pH en el suelo.....	53
2.8.7.6	Nutrición.....	53
2.8.7.7	Herbicidas.....	53
2.9	Antecedentes.....	54
3	MATERIALES Y METODOS.....	57
3.1	Localización y tipo de invernadero.....	57
3.2	Ubicación.....	57
3.3	Genotipos.....	57
3.4	Siembra.....	58
3.5	Diseño.....	58
3.6	Manejo del cultivo.....	58
3.7	Polinización.....	58
3.8	Fertilización y riegos.....	59
3.9	Control de plagas y enfermedades.....	59
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1	Desarrollo Vegetativo.....	61
4.1.1	Altura de la planta.....	61
4.1.2	Inicio de floración.....	61
4.2	Plagas y enfermedades.....	63
4.2.1	Plagas.....	63

4.2.2	Enfermedades	65
4.2.2.1	Enfermedades fisiológicas	64
4.2.2.2	Enfermedades infecciosas	67
4.3	Rendimiento	70
5	CONCLUSIONES	73
6	RESUMEN	75
7	LITERATURA CITADA	78
8	APENDICE.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Principales componentes del fruto del tomate.....	9
Cuadro 3.1	Genotipos de tomate evaluados.....	57
Cuadro 3.2	Solución nutritiva, en 18 litros de agua, empleada en ambos ciclos del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 1999-2000 y 2000-2001. CELALA 2002.	59
Cuadro 4.1	Variables altura de planta e inicio de floración de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.	62
Cuadro 4.2	Variables de síntomas de Intumescencias y deficiencia de. Calcio de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.	67
Cuadro 4.3	Variables de síntomas de Cenicilla, Alternaria y Cladosporosis de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.	70
Cuadro 4.4	Variable rendimiento y significancia estadística de 18 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2002 - 2003 en La Comarca Lagunera. CELALA, 2003.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1	Adulto (a) y huevecillos (b) de la mosquita blanca de la hoja plateada (<i>Bemisia argentifolli</i>)	63
Figura 4.2	Adulto, huevecillos y ninfas de la mosquita blanca de la hoja plateada (<i>Trialeurodes abutilonea</i>)	63
Figura 4.3	Adultos y huevecillos (a) y daños en planta de tomate del ácaro del bronceado (<i>Aculops lycopersici</i>)	64
Figura 4.4	Adultos (a) y daño en hoja (b) de planta de tomate del minador de la hoja (<i>Liriomyza munda</i>)	64
Figura 4.5	Daño en fruto por deficiencia de calcio.	66
Figura 4.5	Presencia de síntomas (a) y daño en hojas (b) en el cultivo del tomate por cenicilla (<i>Leveillula taurica</i>).	68
Figura 4.6	Daño en tallo (a) y hoja (b) en el cultivo del tomate por tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	69
Figura 4.7	Daño en hoja en el cultivo del tomate por moho de la hoja (<i>Cladosporium fulvum</i>)	69

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A3	Cuadrados medios y significancia para las variables floración y altura de planta genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003	84
Cuadro A2	Cuadrados medios y significancia para cosecha en toneladas por hectárea de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003	84
Cuadro A4	Cuadrados medios y significancia para las variables de intumescencia y deficiencia de calcio en planta de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003	85
Cuadro A5	Cuadrados medios y significancia para las variables de Cenicilla, Alternaria y Cladosporium en genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003	85

1 INTRODUCCIÓN

En el cultivo del tomate se han reportado a nivel nacional un gran número de plagas y enfermedades producidas por hongos, bacterias, virus y nematodos, las cuales afectan negativamente la producción del cultivo de tomate y han disminuido considerablemente la siembra de esta hortaliza en los diferentes estados productores de la República Mexicana. Las principales plagas del tomate son: acaro del bronceado (*Aculops lycopersici* Masee), araña roja (*Tetranychus urticae* Koch), minador de la hoja (*Liriomiza sativae* y *Liriomiza trifolii* Frick), moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gennadius y *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring), pulgones (*Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas y *Myzus persicae* Sulzer), trips (*Thrips palmi* Karny y *Heliethrips haemorrhoidalis* Bouché), gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hubner), gusano del fruto (*Heliothis zea* Boddie) y gusano alfiler (*Keiferia licopersicella* Wishingam). Las principales enfermedades que se consignan en tomate son: ahogamiento o damping-off (*Rhizoctonia solani* Kühn, *Fusarium* spp, *Pythium* spp), tizón temprano (*Alternaria solani* [Ell. et Mart Nerg]), tizón tardío (*Phytophthora infestans* [Mont. de By]), estas también ocasionan algunas enfermedades las cuales son: Pudrición de la corona y raíz, cenicilla, peca bacteriana, mancha bacteriana, y un complejo de virus transmitidos por pulgones, trips y mosquita blanca (Agrios, 1998; Blancard, 1996; Rodríguez, 2002; University of California, 1985). En la Comarca lagunera, se han detectado la mayoría de estas plagas y enfermedades a campo abierto. En la producción de tomate bajo condiciones de invernadero se tiene poca información de que plagas y enfermedades se presentan, por lo que es conveniente realizar el estudio correspondiente.

1.1 Justificación

En condiciones de invernadero, se tiene poca información en la región de las principales plagas y enfermedades que pudieran presentarse. Debido a esto se realizará una evaluación para determinar la incidencia de plagas y el desarrollo de enfermedades en 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero.

1.2 Objetivos

Identificar y controlar las plagas y enfermedades que se presenten en tomate bajo condiciones de invernadero, durante la época de otoño-invierno.

1.3 Hipótesis

Durante el ciclo de cultivo de otoño-invierno existen organismos dañinos para el tomate bajo condiciones de invernadero.

1.4 Metas

Para fines del 2003 disponer de información sobre las plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. Además de conocer los agroquímicos para controlarlas.

2.1 Generalidades del tomate

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada. (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

Durante muchos años el mercado de tomate contó con una reducida gama de productos; hoy en día, este mercado se caracteriza por la continua promoción de nuevas variedades de diferente color, forma y sabor, de mejor calidad, con mayor vida de anaquel y recientemente, han surgido nuevos genotipos de mayor valor nutricional y con más beneficio para la salud (Revista de Horticultura, 1998).

2.2 Origen

El jitomate o tomate rojo es originario de América del Sur, lo anterior se evidenció en variedades silvestres, consumidas en fresco o en combinación con otros productos, desde tiempos previos a la llegada de los españoles. En varios tratados se considera a México como el centro de domesticación del cultivo al ser utilizado como alimento cotidiano dentro de la dieta de sus habitantes. La comercialización y difusión lograda han hecho que pase a formar parte a través del tiempo, de la dieta de diversas culturas en el globo terráqueo, permitiendo que en nuestros días ocupe el segundo lugar del consumo mundial de productos hortícola (Claridades Agropecuarias, 1998).

2.3 Valor nutritivo

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional,

contenido de vitamina C y licopeno, el cual ha demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

2.4 Clasificación taxonómica del tomate

De acuerdo a Hunziker citado por Esquinas y Nuez (2001) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum*

Clase: Dicotyledoneas

Orden: Solanales (personatae)

Familia: Solanaceae

Tribu: Solaneae

Genero: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

2.5 Características morfológicas del tomate

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

En los trópicos, la planta es una herbácea perenne, mientras que en las latitudes del norte crece como anual. El hábito de crecimiento de los diferentes cultivares presenta una gran variación, pero en la mayoría de los tipos comunes el tallo alcanza una longitud de 0.7 a 2 m y desarrolla vástagos múltiples que se originan en las axilas foliares (Gordon y Barden, 1992).

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

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

2.5.1 Raíz

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como el anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias; la raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad, sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1990).

Las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el 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 radical extenso (Edmond y Andrews, 1984).

El sistema radical del tomate esta constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Chamorro, 2001).

2.5.2 Tallo

Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Chamorro, 2001).

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastro, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero. (Valadez, 1990).

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente

hasta que se detiene el desarrollo vegetativo, por tal motivo cuando el cultivo se establece bajo condiciones de invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante podas. El cuello del tallo tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo o con la arena, característica muy importante y que se aprovecha en las operaciones culturales de laboreo, aporcado y el rehundimiento de los cultivos enarenados e hidropónicos (Serrano, 1979).

La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos de plantas que son: determinado e indeterminado (Garza, 1985).

2.5.3 Hoja

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 folíolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parénquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Chamorro, 2001).

2.5.4 Flor

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. La inflorescencia se forma a partir del 6° ó 7° nudos 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 hojas van apareciendo las inflorescencias (Valadéz, 1990).

La flor es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. (Chamorro, 2001)

2.5.5 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 el sabor agridulce (Tiscornia, 1989). Los principales componentes del fruto del tomate se presentan en el cuadro 2.1.

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido

placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamorro, 2001).

Cuadro 2.1. Principales componentes del fruto del tomate. CELALA, 2003.

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

Fuente: Chamorro (2001).

2.6 Generalidades de invernaderos

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).

2.6.1 Ventajas de la producción en invernaderos

Carvajal *et al.* (2000) mencionan que una de las técnicas empleadas en España, durante 15 años han sido los invernaderos, que permiten incrementar la producción, hasta en 300 por ciento, en relación con el método tradicional de cultivo. Mencionan también que al utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del orden del 40 % en relación al método de riego por superficie.

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

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.

- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

2.6.2 Desventajas de producir en invernadero

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

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

2.7 Labores culturales

2.7.1 Producción de plántula

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para transplante a raíz desnuda. Hoy día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plástico

rellenas de sustrato para transplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero. La germinación de la semilla tiene lugar a temperaturas óptimas de entre 18°C y 24°C. Temperaturas inferiores a 11°C en los semilleros reducen la producción precoz y total (Castilla, 1999).

2.7.2 Transplante

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

Belda y Lastre (2001) encontraron que el transplante debe realizarse con plántulas de 10 a 15 cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del transplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello.

Es importante no demorar el transplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el transplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto del cepellón trasplantado con el suelo circundante, que permite un buen desarrollo radical (Castilla, 1999).

2.7.3 Poda de formación

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

encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más beneficioso limitarse a su despunte. Horward (1995) agrega que los brotes que no son podados a tiempo consumen gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento.

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Infoagro, 2001).

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

2.7.4 Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 2001).

2.7.5 Tutorado

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

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

2.7.6 Desbrotado

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

2.7.7 Deshojado

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

2.7.8 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

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

2.7.9 Bajado de plantas

Johnson y Rock (1975) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia

arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

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

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

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

Pilatti y Bouzo (2000) realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Mencionan que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo. Sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar la intercepción de radiación solar por el dosel y consecuentemente al rendimiento del cultivo. Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos. Sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

2.7.10 Arreglo topológico

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a dos plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser "pareadas" para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m² (Horward, 1995). La densidad del cultivo depende del vigor de la variedad. Las densidades varían de 1.5 hasta 2.5 o 3 plantas /m², siendo lo normal 1.9 plantas/m² según el vigor varietal, fertilidad del sustrato, salinidad del suelo y del agua de riego (Escudero, 1993).

2.8 Plagas y enfermedades

2.8.1 Plagas

2.8.1.1 Moscas Blancas

Ávila (2000) señala que las moscas blancas representan uno de los problemas fitosanitarios más serios e importantes de muchos cultivos agrícolas y ornamentales del mundo. En el ámbito mundial existen alrededor de 1200 especies en 126 géneros, encontrándose en principalmente en regiones tropicales y subtropicales, aunque puede encontrarse también en climas semiáridos sobre los cultivos regionales. En el área urbana

de la Región Lagunera se identificaron cinco especies de moscas y al mosca prieta de los cítricos. Las especies identificadas fueron: *Aleurocanthus woglumi* (Ashby), *Aleurothrixus floccosus* (Maskell), *Tetraleurodes caciae* (Quaintance), *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring), *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman) y *Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Las especies de mosquita blanca identificadas en los campos laguneros fueron: La mosquita blanca de la hoja plateada MBHP (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) y la mosquita blanca del camote MBC (*Bemisia tabaci* Gennadius). Las colectas de mosquita blanca provenientes de campo indican que la especie dominante en las áreas de cultivo es *Bemisia argentifolii* y que la especie *Bemisia tabaci* a sido prácticamente desplazada (Ávila 2000).

Este fenómeno de desplazamiento de *B. tabaci* por *B. argentifolii* (Biotipo B) fue reportado en el suroeste de los E.U.A., en el Valle del Yaqui, Sonora y en la costa de Hermosillo, Sonora. Dicho desplazamiento se debe a que la MBHP tiene una mayor capacidad de reproducción y además la MBHP tiene los mismos sitios de alimentación que la MBC (Avila 2000).

Las moscas blancas están relacionadas con los áfidos, y pasan todos sus estados vitales en el envés de las hojas del tomate. A diferencia de los áfidos, los adultos de mosca blanca permanecen alados y poseen un polvo ceroso blanco sobre el cuerpo y las alas. Se asemejan a pequeñas escamas blancas (de una longitud aproximada de 1.2 mm, incluyendo las alas), y son fácilmente molestadas induciéndolas a realizar vuelos cortos que suelen terminar en la misma planta u otra adyacente. Las moscas blancas inmaduras también son similares a escamas y su longitud varía entre 0.3 y 0.7 mm. El primer estado de ninfa es móvil, mientras que los estados ninfales posteriores y las pupas son sedentarias (sésiles). Al igual que los áfidos, tanto los adultos como los estados ninfales

poseen aparato bucal picador-succionador y atacan al envés de las hojas chupando los jugos vegetales (Schuster 2001).

Síntomas

El daño producido por la alimentación de la mosca blanca es similar al causado por los áfidos e incluye la producción de melaza (y el hongo negrilla que crece en ésta), el moteado clorótico, clorosis foliar, moteado del fruto, el enanismo y marchitamiento de las plantas. La mosca blanca de la batata se ha convertido en una plaga reciente en Florida, donde produce una alteración caracterizada por la inhibición de la maduración normal de secciones longitudinales del fruto. La etiología de esta alteración desconocida por el momento. La mosca blanca de la batata también afecta al tomate internamente. Algunos cultivares comerciales de tomate suelen exhibir cierta cantidad de tejido interno blanco cuya severidad aumenta al incrementar las poblaciones de mosca blanca (Schuster 2001).

Planteamientos para el control de mosca blanca

Utilizar malla antiáfidos para cubrir los invernaderos por donde se realiza la ventilación. No asociar cultivos en el mismo invernadero. No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca. 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 sudán, 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) (Caro, 2001).

Control biológico

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

Control químico

Alpi y Tognoni (1999) mencionan que para estos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como metidatióon o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, cipermetrina, malation, deltametrina. Belda y Lastre (1999) señalan a los siguientes agroquímicos: Buprofezin, Teflubenzuron, imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metil-pirimifos, metomilo + piridafention, piridaben, piridafention, tralometrina.

2.8.1.2 Pulgones

Los áfidos son insectos pequeños, piriformes, y con un par de cornículos que se proyectan hacia arriba y hacia atrás en la parte posterior dorsal del cuerpo. Existen tres especies principales de áfidos que atacan al tomate en invernadero. El pulgón de la patata, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), es un áfido grande (de unos 3 mm de longitud) que puede ser de color rosa o verde. El pulgón verde del melocotonero, *Myzus persicae* (Sulzer), es más pequeño (1.5 mm de longitud) y de coloración verde claro a oscuro. *Aphis gossypii* (Sulzer), presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara, presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, Los áfidos invaden los campos de tomate como adultos alados pero producen descendientes ápteros mediante partenogénesis. Están presentes en el envés de las hojas, en las cuales succionan los jugos vegetales con su aparato bucal picador-succionador: El aspecto más

daño de los áfidos es su capacidad para transmitir numerosos virus de importancia en el tomate.

Síntomas

En ausencia de enfermedades, las poblaciones altas de áfidos pueden producir daños directos e indirectos en la planta. De forma indirecta, los pulgones consumen más jugos vegetales de los que necesitan, y como consecuencia excretan el exceso en forma de sustancia azucarada llamada melaza. Cuando esta sustancia es segregada en gran cantidad, puede crecer sobre ella un hongo denominado <<fumagina>> o <<negrilla>>. La melaza se deposita sobre hojas y frutos, resultando en una reducción de la fotosíntesis y de la calidad de los frutos. Mediante su alimentación directa, los áfidos pueden producir un moteado clorótico, clorosis general y distorsión de las hojas, enanismo y marchitamiento de las plantas, y abscisión de los botones florales. Cuando la densidad de la población de pulgones aumenta hasta niveles que causan la abscisión de botones florales, pueden ser desestimadas las dudas respecto si están implicados o no otros factores que también pueden generar abscisión de botones florales, tales como factores nutricionales, fisiológicos, o ambientales (Schuster, 2001).

Planteamientos para el control de los pulgones

Métodos preventivos y técnicas culturales.- Colocación de mallas en las bandas del invernadero. Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior. Colocación de trampas cromáticas amarillas (Lacasa y Contreras, 2001).

extendiendo los daños a una zona que resulta desproporcionada con respecto a su tamaño (Schuster, 2001).

Síntomas

El tejido afectado presenta una apariencia inicialmente plateada, pero posteriormente se vuelve necrótico o negro. Generalmente, los daños producidos en las hojas no se confunden con otros que hayan sido provocados por causas distintas a insectos; de todas formas, el daño producido a partes de la flor, sobre todo a los pistilos, puede generar abscisión de botones florales, pudiendo ser atribuido en ocasiones a causas nutricionales, ambientales, o fisiológicas. La alimentación de los trips puede interaccionar con estos otros factores causando o incrementando la caída de los botones florales. Daños ligeros producidos por la alimentación de los trips en un lado del pistilo pueden dar lugar a frutos deformados o con sintomatología de <<cara de gato>> (<<catface>>). Como consecuencia de la alimentación de la oviposición de los trips en los frutos jóvenes, se pueden desarrollar pequeños huecos a medida que se desarrollan los frutos. La mayor parte de estas deformaciones ocurren en el extremo pistilar del fruto. La oviposición del trips occidental de las flores (*F. Occidentalis* Pergande) en los frutos jóvenes pueden producir un moteado blanco subepidérmico que rodea al lugar de la puesta. Este moteado puede extenderse longitudinalmente a ambos lados del lugar de oviposición (Schuster, 2001)

Planteamientos para el control de trips

En este cultivo las estrategias para el control de trips están íntimamente ligadas a su carácter como vectores de virosis. En raras ocasiones el control se plantea sólo como plaga productora de daños directos, principalmente los ocasionados a los frutos.

Colocación de mallas en las bandas del invernadero. Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo. Colocación de trampas cromáticas azules (Schuster, 2001).

Control biológico

Amblyseius barkeri, *Aeolothrips sp.*, *Orius spp.* El auxiliar a emplear dependerá del momento del año y de las condiciones ambientales (Lacasa y Contreras, 2001).

Control químico

Materias activas: acrinatrin, avermectina, cipermetrin, metil clorpirifos, cipermetrin + malation, formetanato, malation, endosulfan, metiocarb y piretroides (Lacasa y Contreras, 2001).

2.8.1.4 Minadores de la hoja (*Liriomyza spp.*)

La intensidad de los ataques dependerá de la época del año, de la zona de sus competidores, de la modalidad y ciclo de cultivo. En algunas regiones donde existen las cuatro especies de *Liriomyza*, *L. huidobrensis* compite con *L. bryoniae* en los periodos frescos, siendo remplazados por *L. trifolii* (Frick) y *L. strigata* en las estaciones cálidas (Alvarado, 2001).

El adulto es una pequeña mosca con la cabeza amarilla, con la parte posterior y el triangulo ocelar negros. El tórax es amarillo aunque la parte dorsal es casi toda negra. El abdomen es brillante, con la parte dorsal oscura y la lateral amarilla, excepto el último segmento que es oscuro. Los huevos son ovalados lisos y blancos y 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).

Síntomas

Los adultos suelen escoger hojas con un grado de madurez para realizar la puesta y un poco más jóvenes para alimentarse. Las galerías suelen aparecer en las hojas más bajas, desplazándose las poblaciones en sentido vertical, siguiendo la evolución fenológica del cultivo. En los invernaderos las inmigraciones de adultos hacen que, al principio, las mayores densidades de las plagas, se sitúen en la periferia. En el invierno, los adultos suelen elegir las zonas más soleadas de la planta y del cultivo (Lacasa y Contreras. 2001).

Planteamientos para el control de minadores de la hoja

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 (Lacasa y Contreras. 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) (Alvarado, 2001).

2.8.1.5 Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Wlshingham)

Keiferia lycopersicella (Walshingham) este insecto es la plaga más importante en Sinaloa. Su daño en los frutos puede alcanzar hasta un 80%; a pesar de las aplicaciones continuas de insecticidas (Alvarado y Trumble, 1999).

En estado adulto es una palomilla pequeña de color blanco grisáceo, con flecos abundantes escamas. La coloración larval varía de verde-pálido a rosado posteriormente adquiere un color grisáceo. La oviposición se realiza individualmente sobre las hojas inmediatamente superiores a las inflorescencias. En altas infestaciones son colocadas hasta en tallos y frutos. Las larvas de 1° y 2° instar al emerger inmediatamente se introducen en el parénquima foliar formando una empanada, que le sirve de protección dificultando con esto la acción del insecticida. Cuando hay presencia de frutos en el 3° y 4° instar los barrenan por el pedúnculo para alimentarse de su interior (Alvarado y Trumble, 1999).

Control Legal

Destrucción oportuna de las socas y de los lotes abandonados. Estableciendo un periodo libre del cultivo durante el verano y mantener libre de maleza los canales de riego (Alvarado y Trumble, 1999).

Control Biológico

El único parásito de huevecillo del gusano alfiler es la avispa (*Trichogramma pretiosum* Riley) y para larvas la avispa de los endoparásitos (*Apanteles scutellaris* Muesebeck) y del hectoparásito (*Parahormius* prob. *Pallidipes* Ashmead) (Bautista y Véjar, 1999).

Uso de feromonas como control

Las feromonas sintéticas se usan como un método de confusión en el apareamiento de gusano, son efectivas, deben colocarse cuando aparezcan en las trampas un promedio no mayor de 2 a 5 palomillas/trampa/noche (Alvarado y Trumble, 1999).

Medina *et al.* (2001) indican que la feromona interfiere en la fecundación de la palomilla hembra por el macho, inhibiendo con esto la reproducción del gusano alfiler del tomate. En un estudio realizado muestran que la feromona CheckMate TPW-F a la dosis de 25 g.i.a./ha proporciona un control positivo del gusano al igual que Nomate en la dosis de 25 y 40 g.i.a./ha.

Control Químico

Este insecto ha desarrollado resistencia prácticamente a todos los insecticidas. Su combate es difícil. El insecticida selectivo a base de Avermectina B1 es efectivo para larvas del gusano en la dosis de 20 g.i.a./ha, cuando el umbral económico este de 0.25 larvas/planta (Alvarado y Trumble, 1999).

2.8.1.6 Ácaros

Los ácaros presentan un cuerpo compuesto por dos partes, el celofatórax y el abdomen, y durante su ciclo vital desarrollan los estados de huevo, larva, ninfa y adulto.

El estado ninfal puede comprender dos o más fases. Los estados larvales o ninfales se parecen al estado adulto. Los ácaros pueden ser diseminados de forma pasiva por el viento, el suelo, partes vegetales infestadas, semilleros de plantas, herramientas o dispersarse activamente caminando (Lacasa y Contreras, 1999).

2.8.1.6.1 Araña roja (*Tetranychus* spp. Koch)

Los ácaros del género *Tetranychus* son de 0.3 a 0.5mm de longitud, y viven en el envés de las hojas más bajas de la planta. Las hembras adultas poseen una morfología oval, mientras que los machos son más pequeños y tienen un abdomen agudo. La eclosión de los huevos, que son depositados en el envés de las hojas, da lugar a las larvas de primer estado o edad que presentan tres pares de patas. Los dos estados ninfales posteriores y los adultos poseen cuatro pares de patas. La araña roja, *T. Urticae* Koch, es la especie más común de las que atacan al tomate; *T. Evansii* Baker & Pritchard, es una especie muy relacionada que se encuentra habitualmente en Florida. Estos ácaros suelen presentar dos puntos oscuros en la superficie dorsal de su cuerpo de color claro, pero en ocasiones estos puntos pueden ser ausentes, o poseer un cuerpo de coloración rojo anaranjado uniforme (Alpi y Tongnoni, 1999).

Síntomas

El envés de la hoja aparece cubierto de hilos sedosos, pero a medida que aumenta la densidad de la población los ácaros se trasladan hacia las hojas superiores donde producen un copioso entramado sedoso. Los individuos migratorios utilizan los hilos de seda para flotar en el aire. Los daños producidos por su alimentación se observan como un moteado de puntos pequeños y cloróticos sobre la superficie de las hojas afectadas.

2.8.1.6.2 Acaro del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici* Masee)

El ácaro del bronceado del tomate es más pequeño y alargado que *Tetranychus spp* (Koch), y posee la parte posterior cónica. Se necesita de una lupa de al menos 14 aumentos o un microscopio de disección para detectar su presencia. Este ácaro es de coloración clara y también posee ocho patas en los estados adulto y ninfa, y seis patas como larva de primera edad. El último par de patas del adulto suele estar colgando de la parte posterior del cuerpo, dando la apariencia de que el ácaro solo tiene seis patas (Gispert, 1987).

Síntomas

Este ácaro ataca el envés de las hojas, a las cuales proporciona primero un aspecto plateado y clorótico que posteriormente se vuelve necrótico. A medida que la infestación se extiende, los tallos y pecíolos foliares se broncean, y la parte anterior de la planta se seca. Si la población de ácaros no se controla, la sintomatología progresa hacia la parte superior de la planta hasta que toda ella se vuelve de color marrón y se seca. Las plantas pueden morir en tan solo unos días si el ambiente es cálido y seco, que son las condiciones que favorecen el desarrollo de este ácaro. Los daños foliares que causa *A. Lycopersici* (Masse) pueden ser confundidos son síntomas que son consecuencia de ciertas deficiencias o desequilibrios nutricionales, o con estrés hídrico (Gispert, 1987).

Planteamientos para el control de los ácaros

La estrategia en el control depende, en buena medida, de la época en que se efectuó el cultivo, el tipo o modalidad y de las condiciones en que se realice.

En el caso de cultivo bajo protección plástica, las medidas culturales, las medidas preventivas, medios biológicos, utilizando depredadores generales o específicos y

principalmente los medios químicos parecen ser los medios más factibles. En cualquier situación, se debe de evitar poner plantas que se contaminaron en los semilleros. Se deben de eliminar los restos vegetales de anteriores cosechas y las malas hiervas susceptibles de actuar como reservorio, el plástico y mallas densas en las aperturas laterales limitan las contaminaciones que puede acarrear el viento Gispert (1987).

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). El tideo *Pronematus ubiquitous* (McGregor) alimentándose del ácaro del tomate, siendo este un depredador muy efectivo citado por Gispert (1987).

Control químico

Azufre: especie de ácaro *A. lycopersici*, *P. latus*, *T urticae*; tiene acción contra oídios. Avermectina: especie de ácaro. , *P. latus*, *T urticae*; actúa sobre formas móviles. Endosulfán: *P. lycopersici*, *P. latus*; actúa sobre formas móviles (Hance *et al.*, 1991).

2.8.1.7 Importancia de la temperatura, humedad y luz en plagas

Nava y Cano, (1998) nos dicen que los factores climáticos claves que determinan la distribución y abundancia de insectos son la temperatura, humedad (agua) y luz. Se ha demostrado que estos factores climáticos tienen una influencia directa en la velocidad de desarrollo, fecundidad, sobrevivencia y comportamiento de los insectos.

La temperatura es el principal factor ambiental que determina que tan rápido se desarrollan los insectos. Existe una fuerte interacción entre la temperatura y la humedad

relativa en cuanto al efecto sobre el desarrollo, sobrevivencia y fecundidad de insectos , la luz influye en los insectos mediante el fotoperíodo, el cual actúa como detonante o sincronizador de los ciclos de vida y reproducción de los insectos con respecto a las estaciones de crecimiento de sus hospedantes (Nava y Cano,1998).

2.8.2 Enfermedades foliares

2.8.2.1 Cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arnaud)

Oidiopsis sicula Scalia; Fase sexual, *Leveillula taurica* (Lev Arnaud.) G. Arnaud; fase asexual. *Oidiopsis taurica* E. S. Salomón. Las conidias de *L. Taurica* pueden germinar a temperatura de 10 a 35°C. Bajo condiciones de invernadero, la infección es favorecida a temperaturas menores de 30°C. Las conidias germinan produciendo tubos germinativos cortos que penetran a través de los estomas. En la región mesofílica de la hoja se desarrolla un crecimiento profuso de micelio intercelular inmediatamente después de la penetración. Los conidióforos emergen a través de los estomas y producen conidias de forma individual que son transportadas por el viento. Una vez que la infección se a establecido en una hoja de tomate, las temperaturas superiores a 30°C pueden acelerar tanto el desarrollo de los síntomas como la muerte del tejido foliar (Paulus y Correl, 2001).

Síntomas

Los síntomas más comunes son lesiones verde claro a amarillo intenso que aparecen en el haz de las hojas. En el centro de dichas lesiones pueden desarrollarse puntos necróticos a veces como anillos concéntricos, similares a aquellos que aparecen en las lesiones de la podredumbre negra. En el envés de dichas lesiones puede desarrollarse un crecimiento fúngico de aspecto pulverulento. La hojas fuertemente infectadas mueren, pero en raras ocasiones caen de la planta (Paulus y Correl, 2001).

Planteamientos de control para cenicilla

Los cultivares comerciales actuales son altamente susceptibles al Oidio, mientras que *Lycopersicon parviflorum* Rick presenta una gran tolerancia a la enfermedad. (Paulus y Correll, 2001; Berenguer, 2003).

Control químico

Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol+azufre, dinocap. Dinocap+azufre coloidal, fenarimol, tridimefon triforina (Paulus y Correll, 2001; Berenguer, 2003).

2.8.2.2 Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum* Cooke)

Síntomas

Esta enfermedad infecta principalmente las hojas, en donde se observa, por el haz, pequeñas manchas pálidas y ligeramente amarillas, que al crecer, se tornan de color café en el centro, al principio estas lesiones se cubren por el envés con pequeños filamentos de color sucio y al paso del tiempo se tornan de color gris o café oscuro a manera de terciopelo. Aunque no es muy común, la enfermedad se puede presentar en tallos tiernos, pedúnculos y botones florales; bajo condiciones de alta incidencia, el follaje se deshidrata por completo (Mendoza, 1999)..

Este hongo produce conidioforos libres oscuros y ramificados; los conidios son oscuros con una o dos células de forma ovoide, cilíndricas o irregulares. La infección se efectúa cuando los conidios germinan y penetran a través de los estomas (Mendoza, 1999)..

La dispersión del patógeno más importante se efectúa por medio de corrientes de aire y si esto ocurre cuando la humedad relativa es superior a el 90% y la temperatura se encuentra entre 20 y 27 °C, la enfermedad puede manifestarse en forma epifítica. Es notable que las plantas después de la floración son muy susceptibles a la enfermedad (Mendoza, 1999).

Control químico

Solo puede prevenirse mediante la aplicación eficiente y oportuna de fungicidas, entre los que sobresalen por su eficacia los productos a base de clorotalonil: Captafol, Maneb, Captan y Triadimefon (Mendoza, 1999).

2.8.2.3 Tizón temprano (*Alternaria solani*)

Alternaria solani. Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y papa. En plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En las hojas se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En el tallo y los pecíolos se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, etc., o el viento. Rango de temperatura: 3-35 °C. La esporulación es favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas (Alpi y Tognoni, 1999; Infoagro, 2002).

Control químico

Materias activas: Iprodiona, oxiclورو de cobre, captan, tiabendazol, zineb, oxinato de cobre, metalaxil , tiram, metiram, etc (Mendoza, 1999).

Medidas de Control

Las medidas de lucha contra alternariosis se basan fundamentalmente en medidas profilácticas y de higiene para evitar la infección de las plantaciones y su transmisión.

Medidas preventivas

Las Plántulas deber ser inspeccionadas y garantizada su sanidad por lo que se deben utilizar plántulas procedentes de semilleros autorizados y con el correspondiente Pasaporte Fitosanitario (Mendoza, 1999).

Eliminar al máximo posible los restos vegetales, incluidas raíces, de los cultivos anteriores antes de realizar una nueva plantación, ya que el hongo puede permanecer en ellos.

Eliminar malas hierbas que puedan quedar en el invernadero y en los alrededores.

En cultivos hidropónicos, si se ha detectado el virus en la plantación anterior, destruir las bolsas en las que se encontraban las plantas afectadas. Evitar el contacto del sustrato con el suelo del invernadero. Realizar desinfecciones de las tuberías y demás estructuras (agua caliente a presión, fosfato trisódico 10%, solución de lejía).

En caso de tener plástico en el suelo del invernadero, hay que evitar que se produzcan roturas del mismo.

2.8.2.4 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

El mildiú es una enfermedad enormemente destructiva que afecta al tomate y a la patata. Esta enfermedad es de importancia histórica y fue descrita por primera vez en 1845. El mildiú es causado por el omiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. El hongo es identificado por sus esporangios característicos, hialinos y con forma de limón, que emergen a través de los estomas foliares. Los esporangios (21-38 x 12-23) pueden germinar directamente, o bajo condiciones frescas y húmedas, y producir hasta ocho zoosporas. Cada zoospora puede moverse a través de una película de agua libre sobre la superficie de la planta gracias a los dos flagelos que posee, e iniciar nuevas infecciones. Se han identificado las razas T-0, y otra más agresiva T-1, mediante la reacción en cultivares de tomate (Stevenson, 2001).

Síntomas

El hongo ataca toda la parte aérea de la planta de tomate. Las primeras lesiones foliares aparecen como motas indefinidas, hidróticas, que pueden crecer rápidamente hasta convertirse en lesiones de coloración verde pálido a castaño, y cubrir grandes áreas de la hoja. En ambiente húmedo, el envés de las pequeñas lesiones de coloración verde pálido a castaño puede aparecer cubierto de un crecimiento mohoso blanco o grisáceo. Posteriormente solo se observa un anillo de dicho crecimiento mohoso alrededor del envés de las grandes lesiones pardas. El tejido foliar infectado toma coloración marrón se arruga y muere en poco tiempo. Los pecíolos y el tallo se ven afectados de una forma similar, por lo tanto, la planta entera puede morir. El fruto muestra lesiones moteadas oscuras, olivazas y con apariencia aceitosa, que pueden ir extendiéndose hasta invadir el fruto completo. En ambientes húmedos, una fina trama de micelio blanco puede cubrir las lesiones del fruto. La infección por mildiú es seguida por una podredumbre blanca que

induce a la destrucción del fruto. Las plantas de tomate podridas son reconocidas por un olor nauseabundo que impregna el ambiente (Stevenson, 2001).

Planteamientos para el control de tizón tardío

Manejo adecuado de la ventilación y el riego. Eliminación de plantas y frutos enfermos. Utilizar plántulas sanas. La resistencia al mildiú no juega un papel importante en el control de la enfermedad. Se han desarrollado varios sistemas de predicción de mildiú, entre ellos se incluye el sistema Hyre, en el que la predicción se basa en la temperatura y la lluvia; el sistema Wallin, basado en la temperatura y la humedad y el Blitecas, que integra ambos sistemas en un programa de computación. Estos programas han resultado sumamente útiles, para identificar los periodos en que la aplicación de funguicidas será más eficiente.

Control químico

Es necesario seguir un calendario de aspersiones preventivas con funguicidas de contacto como: Mancozeb, Diflotan, Captán Zineb, derivados del cobre. Los funguicidas sistémicos: metalaxil (Ridomil-Bravo), Ricoli (oxadixil+mancozeb), Aliette (Fosetil aluminio). Es común que los funguicidas sistémicos se empleen en mezclas con productos de contacto para evitar la aparición de resistencia del patógeno a los funguicidas sistémicos, ya que los funguicidas de contacto podrán eliminar esporas de individuos que no sean controlados por el producto sistémico. Se recomienda no utilizar más de tres veces consecutivas al mismo producto sistémico (Stevenson, 2001).

2.8.3 Enfermedades de la raíz

2.8.3.1 Fusarium

El fusarium es una enfermedad de climas cálidos y prevalece en suelos ácidos y arenosos. El agente que la produce es un patógeno de suelo y permanece en suelos infestados por varios años. El hongo crece por el suelo infestado hasta invadir a través de heridas que existen en la raíz. Los factores que favorecen el desarrollo de la marchites son, en general una temperatura del suelo y del aire 28°C, una humedad del suelo optima para el crecimiento vegetal, Plantas preadaptadas con bajos niveles de N y P, y alto de K bajo pH del suelo, días cortos y baja intensidad de luz. La virulencia del patógeno se ve incrementada por micro nutrientes, fósforo y nitrógeno amoniacal, y desaparece con el nitrato (Jones, 2001).

Síntomas

Las plántulas infectadas alcanzan escaso desarrollo. Las hojas se vuelven flácidas y desarrollan epinastia, y algunas pueden amarillear. El tejido vascular toma coloración castaño oscura, se ensancha la base de los tallos afectados, y normalmente las plantas se marchitan y mueren. Los síntomas en plantas maduras se manifiestan durante el intervalo de tiempo que va entre la floración y la maduración del fruto. El síntoma inicial es el amarillamiento de las hojas más viejas. Dichos síntomas suelen afectar sólo a un sector de la planta, y con frecuencia los folíolos a un lado del pecíolo se vuelven amarillos antes que los del otro lado. Este amarillamiento afecta de forma gradual a la mayor parte del follaje, y esto va acompañado por la marchites de la planta durante la parte más cálida del día. Día a día, la marchites se va extendiendo hasta que la planta colapsa y muere. El tejido vascular de la planta enferma suele ser de coloración castaño oscura. Esta coloración se extiende hacia el extremo apical del tallo y es especialmente notable en la

Cuadro 2.1 Enfermedades más importantes producidas por virus en tomate (Berenguer,2003). CELALA. 2003.

Virus	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Trasmisión	Método de lucha
CMV(Cucumber MosaicVirus)(Virus del mosaico del pepino)	-Mosaico fuerte -Reducción del crecimiento -Aborto de flores	-Moteado	-Pulgones	-control de pulgones -Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas -Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del bronceado del tomate)	-Bronceado -Puntos o manchas necróticas que a veces afectan a peciolos y tallos -Reducción del crecimiento -Parada de crecimiento	-Manchas irregulares -Necrosis -Maduración irregular	-Trips (<i>F. occidentalis</i>)	-Control de trips -Utilización de variedades resistentes -Control de B. Tabaci -Eliminación de plantas afectadas
TYLCV (tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado Amarillo del tomate)	-Foliolos de tamaño reducido, a veces con amarillamiento -Hojas curvadas hacia arriba -Mosaico verde claro- verde oscuro -Deformaciones sin mosaico	-Reducción del tamaño	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	-Utilización de variedades resistentes -Evitar la transmisión mecánica -Eliminar plantas afectadas
ToMV(Tomato MosaicVirus) (Virus del Mosaico del Tomate)	-Reducción del crecimiento -Manchas necróticas internerviales	-Manchas pardo oscuras externas e internas en frutos maduros -Manchas blancas anubarradas en frutos verdes	-Semilla -Mecánica	-Utilizar variedades resistentes -Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la patata)	-Clorosis y amarillamiento fuerte en hojas apicales -Necrosis en hojas y tallo	-Necrosis -No se han observado	-Pulgones	-Control de pulgones -Eliminación de plantas afectadas -Evitar contacto entre plantas
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) Virus del Enanismo Ramificado del tomate		-Manchas necróticas	-Suelo (raíces) -Semilla	

2.8.5 Enfermedades nutricionales

Las enfermedades nutricionales originan síntomas en las hojas, los tallos o los frutos. La sintomatología puede ser consecuencia de un aporte de nutrientes excesivo o inadecuado como resultado de las propias características del suelo y del clima; o ser el resultado de una aplicación defectuosa de fertilizantes. Además la disponibilidad de nutrientes esta influida por el pH, la humedad y la temperatura del suelo, y por el balance existente entre los elementos contenidos de éste.(Maynard, 2001).

De acuerdo a Maynard (2001) las características a deficiencias nutrimentales es como a continuación se describe:

Nitrógeno

Una respuesta inmediata a la deficiencia de nitrógeno es la restricción de la tasa de crecimiento de la planta, y la aparición de clorosis uniforme en las hojas más viejas. Si existe una limitación continuada de nitrógeno, la clorosis aparece de forma progresiva en las hojas más jóvenes, y las hojas viejas amarillean y se caen. Un aporte excesivo, de nitrógeno puede estimular el crecimiento vegetativo, a menudo a expensas de la producción de frutos. Los frutos pueden poseer escasa coloración, estar hinchados y normalmente presentar una calidad baja. La aplicación de altas dosis de fertilizantes a base de nitrógeno amoniacal a plantas de tomate que crecen en suelos ácidos, o bajo condiciones de nitrificación limitada, puede ocasionar daños en los tallos.

Fósforo

El efecto de la deficiencia de fósforo es menos dramático que el de la mayoría de las otras deficiencias. Una reducción en la tasa de crecimiento, que a menudo pasa desapercibida, es seguida por una coloración verde claro u opaco. Posteriormente, se

produce una coloración purpúrea en el envés de las hojas, comenzando en las enervaciones y expandiéndose hacia las zonas intervenles. Finalmente, la planta queda enana, con las hojas rígidas, a menudo verticales, y de coloración verde claro a amarillo en el haz, y violeta en el envés. Debido a la fácil traslocación del fósforo en la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas más viejas. Si se produce una restricción continua del fósforo, los síntomas progresan hacia las hojas jóvenes y comienza la caída de las hojas más antiguas.

Potasio

La indicación universal de la deficiencia de potasio es la necrosis marginal de las hojas más viejas. Esta necrosis es precedida por pequeñas manchas cloróticas dispersas cerca de los márgenes foliares, que posteriormente ensanchan, coalescen, y finalmente necrosan. Si continua la falta de potasio, se produce una necrosis marginal progresiva en las hojas jóvenes. Los síntomas causados por una deficiencia moderada pueden producirse una vez está avanzado el ciclo de crecimiento, como resultado de la traslocación del nutriente al fruto.

En desarrollo. Este es un fenómeno natural que está asociado con la maduración; de todas formas, si los síntomas aparecen pronto, o son de una severidad inusual, el rendimiento y la calidad del fruto se ven disminuidos.

Los defectos en la calidad del fruto asociados con una limitación de potasio consiste en frutos hinchados, enfermedades en la maduración, reblandecimiento, producción de frutos con formas irregulares y acidez baja. Estas enfermedades pueden ocurrir en ausencia de síntomas foliares o reducción del rendimiento, lo cual sugiere que en algunas situaciones, los requerimientos para la calidad del fruto son mayores que para el crecimiento vegetativo, o un rendimiento máximo.

Calcio

Los síntomas por deficiencias de calcio aparecen en el ápice terminal en crecimiento; Si la planta no ha sido podada, los puntos axilares de crecimiento son afectados posteriormente. Las hojas sin desarrollar que se encuentran en el punto de crecimiento desarrollan una clorosis internervial y necrosis marginal, y el ápice en crecimiento muere. Debido a que el transporte de calcio es dependiente de la corriente activa de transpiración, su movimiento ocurre sobretodo hacia las hojas completamente desarrolladas, con una amplia superficie disponible para la transpiración. Una vez depositado, la mayor parte del calcio es incorporada a compuestos orgánicos insolubles; por lo tanto la traslocación a las hojas jóvenes es despreciable.

Los frutos al igual que las hojas no desarrolladas, presentan unas tasas de transpiración muy baja; en consecuencia son objeto de la deficiencia de calcio, la cual se manifiesta como una podredumbre apical del fruto. Las condiciones que restringen la absorción o el transporte de calcio, incluso a concentraciones adecuadas de calcio en el sustrato, son las concentraciones altas de cationes competidores (como NH_4^+ , K^+ , Mg^{++}), salinidad, temperatura baja, suelo seco y humedad alta.

Magnesio

La deficiencia de magnesio se caracteriza por la clorosis internervial de las hojas más viejas que progresa gradualmente hacia las hojas jóvenes. El nervio principal permanece verde, aunque las zonas internerviales se necrosan y colapsan. Con una alta carga de frutos, algunos cultivares muestran síntomas de deficiencia en las hojas más bajas, como consecuencia de la traslocación del magnesio a los frutos en desarrollo.

Azufre

El síntoma típico de la deficiencia de azufre es una coloración verde claro uniforme en las hojas jóvenes. Posteriormente, también las hojas maduras se tornan verde claro, hasta que toda la planta es afectada. Al mismo tiempo, los tallos y los pecíolos se vuelven morados. Las deficiencias de azufre y nitrógeno son similares en cuanto a apariencia; pueden ser diferenciadas por el lugar en el que aparecen primero los síntomas, y la severidad en condiciones de carencia prolongada. La deficiencia de nitrógeno siempre aparece primero y es más severa en las hojas más viejas de la planta; mientras que la deficiencia de azufre ocurre primero en las hojas jóvenes y posteriormente se desarrolla una clorosis generalizada. Otra diferencia es la frecuencia con que ocurren ambas carencias, la deficiencia de azufre es relativamente rara, mientras que la de nitrógeno es bastante común.

Boro

Los síntomas de deficiencia de boro ocurren tanto en la planta como en el fruto. Los efectos en la planta consisten en fragilidad del follaje, amarillamiento de los ápices de las hojas más bajas, y finalmente la necrosis del ápice terminal en crecimiento. Entre los síntomas del fruto se incluyen el desarrollo de zonas acorchadas alrededor de extremo peduncular, lóculos abiertos, y maduración heterogénea. El tomate está clasificado como semitolerante a altas concentraciones de boro. De todas formas, la toxicidad del boro en tomate ocurre en ciertas zonas áridas, particularmente cuando las aguas de riego son ricas en este nutriente. La necrosis de ápices y márgenes de las hojas más antiguas es típica de esta toxicidad.

Cloro

Los casos documentados de deficiencia de cloro son muy escasos en la naturaleza. En los cultivos hidropónicos, las plantas cultivadas en ausencia de cloro muestran marchites de las hojas, seguida de la reducción de la expansión de la lámina foliar. En caso severo, también puede haber clorosis y necrosis. La toxicidad debida a un exceso de cloro es más frecuente que la deficiencia de éste. La toxicidad presenta síntomas tales como el crecimiento lento, márgenes foliares necróticos, y abscisión de las hojas. Esta sintomatología es similar a la causada por un exceso de sales totales solubles, por tanto puede necesitarse un análisis químico del agua o del suelo para distinguir entre ambas.

Cobre

La progresión típica de los síntomas asociados con la deficiencia de cobre está constituida por el marchitamiento de las hojas jóvenes, seguido de clorosis y necrosis. Esta deficiencia ocurre en raras ocasiones en el tomate.

Hierro

El síntoma característico de la deficiencia de hierro está constituido por una clorosis internervial de las hojas jóvenes, que comienza en la base y progresa hacia el ápice foliar. Eventualmente, las hojas más jóvenes amarillean o incluso se vuelven blancas, a medida que progresa la deficiencia. Debido a que las plantas toleran un intervalo de concentraciones de hierro bastante amplio, la toxicidad por hierro es poco común.

Manganeso

La deficiencia de manganeso se parece mucho a la causada por la de hierro. La clorosis internervial de hojas jóvenes es seguida por la formación de áreas internerviales necróticas; pero las nerviaciones foliares permanecen bastante verdes. Aunque las plantas de tomate toleran unas concentraciones bastante amplias de manganeso, se pueden producir toxicidades. Los síntomas consisten en un oscurecimiento de las nerviaciones principales de las hojas más viejas, seguido del amarillamiento internervial alrededor de las nerviaciones afectadas, y finalmente la muerte prematura de la hoja completa. Si la toxicidad es severa, se desarrollan zonas de color castaño en tallos y pecíolos.

Molibdeno

Las deficiencias de molibdeno son poco frecuentes en tomate en condiciones de campo. Inicialmente aparecen clorosis y necrosis marginales en las hojas más viejas, seguido de forma progresiva de la ocurrencia de la misma sintomatología de hojas más jóvenes.

Zinc

Son síntomas iniciales debidos a la deficiencia de zinc son el engrosamiento de las hojas, una tenue clorosis internervial, y el abarquillamiento de las hojas hacia el envés. En casos severos de deficiencia, los pecíolos enrollados pueden retorcerse a modo de sacacorchos, y las hojas más bajas pueden desarrollar una clorosis pardo-anaranjada con zonas necróticas. Posteriormente, las plantas se quedan enanas debido a la elongación insuficiente de los entrenudos.

Planteamiento para el control de enfermedades nutricionales

Aunque un observador con experiencia puede diagnosticar enfermedades debidas a la nutrición con cierto grado de precisión, para confirmar los diagnósticos basados en síntomas, se requieren análisis foliares, que nos indiquen el contenido de elementos esenciales en la hoja (Maynard, 2001). La composición de los elementos esenciales en hojas del tomate se muestra en el Cuadro 2.3

Cuadro 2.3 Composición de elementos esenciales en hojas de tomate (Maynard, D. N. 2001)

Elemento	Concentración*		
	Deficiente	Suficiente	Tóxica
N, %	<2.0	2.50 - 3.00	
P; %	<2.0	0.25 - 0.65	<1.0
K, %	<2.5	2.50 - 4.00	
Ca, %	<1.0	2.50 - 7.20	
Mg, %	<0.3	0.36 - 0.85	
S, %	<0.1	1.00 - 3.20	
B, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<30	32 - 97	<100
Cl, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<100	...	
Cu, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<4	5 - 20	
Fe, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<60	60 - 250	<1.000
Mn, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<2.5	25 - 500	<500
Mo, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<0.3	0.9 - 10	
Zn, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<25	25 - 150	<250

* Expresada en base al peso seco de la hoja completamente expandida, y de maduración reciente.

2.8.6 Enfermedades fisiológicas

2.8.6.1 Intumescencias

Las pequeñas verrugas húmedas son características de esta enfermedad no parasitaria; en ocasiones, durante cambios bruscos de clima nocturno (higrometria elevada, temperaturas bajas), su gran número puede provocar el abarquillamiento y

enrollamiento de folíolos. Ocurre esencialmente en los cultivos bajo cubierta y afecta a numerosas plantas distribuidas en el conjunto del cultivo o localizadas en los lugares más fríos y húmedos de la cobertura (Blancard, 1996).

2.8.6.2 Podredumbre Apical

Síntomas

La podredumbre apical comienza con la aparición de unas lesiones de coloración tostado claro, hidróticas, que al aumentar su tamaño se oscurecen y vuelven coriáceas, y que a menudo pueden ser enmascaradas por una podredumbre negra secundaria. Esta enfermedad se inicia normalmente en el extremo pistilar del fruto, aunque puede también producirse en alguno de los lados. En ocasiones, se producen lesiones negras internas que no son visibles en el exterior del fruto. Los frutos afectados por podredumbre apical maduran mucho más rápidamente que los frutos normales (Blancard 1996).

Causa

La Podredumbre apical es causada por la deficiencia de calcio localizada en el extremo distal del fruto (ver Enfermedades Nutricionales). El calcio no es un elemento de alta movilidad, por lo que las fluctuaciones en la aplicación de agua, incluso durante un corto período de tiempo, pueden ocasionar esta deficiencia. Por lo tanto, la existencia de niveles extremos de humedad facilitarán el desarrollo de la enfermedad; Otras condiciones que reduzcan la absorción de calcio por la planta, tales como un alto contenido de sales, la utilización de nitrógeno amoniacal, y una alta humedad relativa, intensificarán el problema. Las plantas de crecimiento rápido serán más susceptibles de desarrollar la podredumbre apical. La aplicación correcta de fertilizantes y de agua, así como la utilización de cultivares tolerantes a la podredumbre apical minimizan este

problema. Se recomienda la realización de análisis de suelo para detectar la carencia de calcio. Las enmiendas con piedras calizas dolomíticas o de alto contenido en calcio, unos 2 a 4 meses antes de la plantación, pueden reducir la podredumbre apical. Si las situaciones de deficiencia de calcio o de un alto contenido en sales se producen durante la estación de crecimiento, pueden ser eficaces los tratamientos foliares con cloruro cálcico anhidro (Maynard, 2001).

2.8.6.3 Agrietado Fisiológico de los Frutos

Síntomas

Existen dos tipos de agrietado o rajado en el fruto de tomate: el concéntrico y el radial. El agrietado concéntrico consiste en la rotura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz peduncular. El agrietado radial consiste en una rotura que irradia desde la cicatriz peduncular hacia la pistilar. Las grietas se producen en los tomates a medida que van madurando, dependiendo del cultivar. Si las condiciones son favorables, los frutos de cultivares susceptibles se agrietan cuando se encuentran en estado verde-maduro. En cultivares menos susceptibles, el agrietado no ocurre hasta que comienza el cambio de color del fruto; en cultivares más tolerantes el agrietado ocurre en el estado rojo-maduro (si las grietas en el tomate maduro son poco profundas, son denominadas estallidos); en cultivares resistentes apenas se produce el agrietado. Si el agrietado ocurre en un estado temprano del desarrollo del fruto, las grietas serán más largas y profundas (Resh, 1997)

Causa

La susceptibilidad al agrietado está relacionado con la fuerza y la capacidad de estiramiento de la epidermis del fruto. La alteración de la tasa de crecimiento favorece

esta enfermedad; además, los frutos de crecimiento rápido tienden a ser más susceptibles. Por lo tanto, las plantas suculentas (con una nutrición alta de nitrógeno y baja de potasio) también tienden a ser más susceptibles. La lluvia y las grandes fluctuaciones de temperatura también inducen al agrietado; además, los frutos expuestos al ambiente se agrietan más fácilmente que los que se encuentran protegidos por el follaje. Esto es probablemente debido a las grandes fluctuaciones de temperatura que resultan de la exposición directa a los rayos del sol. En periodos de lluvia, los frutos expuestos al sol se enfrían rápidamente. Ambas fluctuaciones de lluvia y temperatura alteran la absorción de agua, lo cual promueve el agrietado (Resh 1997).

Control

Existen disponibles cultivares tolerantes al agrietado. Entre las medidas culturales que reducen el agrietado se encuentran un manejo adecuado del agua, un programa de nutrición correcto que prevenga la formación de plantas suculentas, una poda adecuada que limite la exposición de los frutos, y prevenir la defoliación por enfermedades foliares para reducir la exposición de los frutos al sol.

2.8.6.4 Manchado del fruto

Chamorro (2001) señala que consiste en una coloración anormal en las paredes de éste, en zonas de forma irregular que varían del verde pálido a la carencia de color, existiendo áreas morrones en el tejido vascular del interior de los frutos. Suele estar asociada con baja intensidad lumínica, temperaturas frías, alta humedad del suelo, exceso de nitrógeno y falta de potasio, pudiendo evitarse durante las épocas de poca luminosidad, reduciendo las frecuencias de riego y la fertilización (especialmente en nitrógeno).

2.8.6.5 Acostillado verde

Blancard (1996) Estos desórdenes están asociados con las elevadas temperaturas o una alta intensidad lumínica. Se deberá evitar la eliminación de las hojas que ofrecen protección a los racimos florales durante los meses de primavera y verano, cuando la luz es intensa, así como se deberá intentar bajar la temperatura del invernadero.

2.8.6.6 Cara de gato

Resh (1997) Consiste en un arrugado en las costillas del fruto, así como una distorsión de la forma de éste debida a la formación de protuberancias. Está causado por una pobre polinización y por una serie de factores ambientales, tales como las bajas temperaturas y las elevadas humedades relativas que motivan un desarrollo anormal en algunas partes florales.

2.8.6.7 Curvado

Consiste en una excesiva curvatura del fruto y está causado por una interferencia del tallo o de la hoja en el desarrollo del fruto joven o por la fijación de un pétalo floral sobre las espinas de una hoja, tallo u otro fruto joven. Temperaturas adversas, excesiva humedad del suelo y una pobre nutrición del suelo, han sido también sugeridas como causantes del desorden. Se deberá quitar de las plantas los frutos muy curvados en cuanto se observen (Resh, 1997).

2.8.7 Factores que influyen en el desarrollo de enfermedades en tomate

Agrios (1998) menciona que para la producción de enfermedades infecciosas en tomate este se ve afectado por los siguientes factores:

2.8.7.1 Temperatura

Las plantas y los patógenos requieren de ciertas temperaturas para desarrollarse y efectuar sus actividades. El efecto de la temperatura sobre el desarrollo de una determinada enfermedad después de haberse producido la infección, depende de la relación particular que se establezca entre el patógeno y su hospedante. El desarrollo más rápido de una enfermedad, o sea, el tiempo más breve que se requiere para que concluya el ciclo de una enfermedad, habitualmente se produce cuando la temperatura es optima para el desarrollo del patógeno y cuando se encuentra por arriba o por debajo de ese optimo para el desarrollo del hospedante. El efecto de la temperatura sobre las enfermedades virales de las plantas es un fenómeno bastante incierto. En experimentos de inoculación con virus realizados en los invernaderos, la temperatura no solo determina la facilidad con la que los virus infectan a las plantas, sino también la posibilidad de que se propaguen o no en ellas (Agrios, 1998).

2.8.7.2 Humedad

La humedad al igual que la temperatura, influye sobre el inicio y desarrollo de las enfermedades infecciosas de las plantas. El efecto más importante de la humedad al parecer se centra sobre la germinación de las esporas, de los hongos y sobre la penetración del tubo germinativo en el hospedante. Esta también activa a las bacterias, hongos y nematodos los cuales pueden infectar a la planta (Agrios, 1998).

2.8.7.3 Viento

El viento influye sobre las enfermedades infecciosas de las plantas principales por la importancia de la diseminación de los fitopatógenos. El viento es aún más importante en el desarrollo de enfermedades cuando va aunado con lluvia. La lluvia acarreada por el

viento facilita la liberación de las esporas y bacterias de los tejidos que han sido infectados y las lleva posteriormente a través del aire depositándolas sobre superficies húmedas, que en caso de que sea susceptible, puede ser infectada de inmediato. El viento también daña las superficies de las plantas cuando las azota y las frota entre si; eso facilita la infección por muchos hongos, bacterias y por algunos virus que son transmitidos por vía mecánica (Agrios, 1998).

2.8.7.4 Luz

La influencia de la luz sobre el desarrollo de las enfermedades, en particular en condiciones naturales, tiene una importancia mucho menor que la temperatura o la humedad, aun que se conocen varias enfermedades en las que la intensidad y la duración puede aumentar o disminuir la susceptibilidad de las plantas ante las infecciones y también la severidad de la enfermedades. Por lo general, la disminución de la intensidad luminosa incrementa la susceptibilidad de las plantas a las infecciones virales. El mantener a las plantas en la oscuridad durante uno o dos días antes de que se produzca la inoculación, incrementa el número de lesiones que aparecen una vez que se produjo la inoculación. Por otra parte las bajas intensidades luminosas después de haberse producido la inoculación tienden a enmascarar los síntomas de algunas enfermedades, que son mucho más severos cuando las plantas se desarrollan en condiciones normales de iluminación que cuando crecen en lugares sombreados (Agrios, 1998).

.pH en el suelo

El pH en el suelo también es importante en la aparición y severidad de las enfermedades de las plantas ocasionadas por algunos patógenos que moran en el suelo.

En muchas enfermedades, la acidez del suelo (pH), al parecer influye principalmente sobre el patógeno, aunque en otras enfermedades, el debilitamiento del hospedante debido a una nutrición desbalanceada inducida por la acidez del suelo, puede la incidencia y severidad de la enfermedad (Agrios, 1998).

2.8.7.5 Nutrición

La nutrición afecta velocidad del crecimiento y la rapidez de las plantas para defenderse del ataque por patógenos. En general, las plantas que reciben una nutrición equilibrada, en la que los elementos se abastecen en cantidades adecuadas, tienen una mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y limitar a las ya existentes. Sin embargo, incluso una nutrición balanceada puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando la concentración de todos los nutrientes aumenta o disminuye más allá de ciertos límites (Agrios, 1998).

2.8.7.6 Herbicidas

El uso de herbicidas es muy común y generalizado en la agricultura. En muchos casos, se ha demostrado que los herbicidas aumentan la severidad de ciertas enfermedades en las plantas de cultivo. Probablemente los herbicidas actúan sobre las enfermedades de las plantas, directamente al influir (estimulando o retardando) sobre el crecimiento del patógeno, o al aumentar o disminuir la susceptibilidad de la planta hospedante, o bien indirectamente, al aumentar o disminuir la actividad microbiana del suelo, al eliminar o seleccionar algunos otros hospedantes alternos del patógeno o bien alterar el microclima (por ejemplo la humedad) de la planta (Agrios, 1998).

2.9 Antecedentes

Rodríguez (2002) en un estudio realizado en dos años para evaluar la producción de tomate en invernadero en el otoño invierno, se encontró en ambos ciclos la principal plaga que se presentó fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring) y como plagas secundarias se presentaron la mosquita blanca de las alas bandeadas (*Trialeurodes abutilonea* Haldeman) y el minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick) al inicio de la temporada. Dichas plagas fueron controladas al principio con una aplicación de Endosulfán 35% (2 l/ha), posteriormente se empleó una mezcla de 30 ml Mitac 20 CE y 30 ml de Endosulfan al 35%, disueltos en 10 litros de agua.

Después del trasplante se presentaron problemas radicales debido a los hongos *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp, con una incidencia muy baja los cuales se controlaron con aplicaciones en el agua de riego de Tecto-60 (Tiabendazol) en dosis de 250g/ha. Casi al final de la cosecha, a los 83 días después del trasplante se detectó cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y el moho verde (*Cladosporium fulvum*, Cooke), ambos fitopatógenos se presentaron en forma conjunta, con una incidencia del 66.4% y una severidad de 2.0 (25% del follaje dañado). Los híbridos también presentaron diferencias en daños por los patógenos siendo más dañado el genotipo 136058 con 3.75 de severidad, seguido por Cambria con 1.91, y el menos dañado fue el genotipo Norma con 0.58 de severidad. El segundo año de evaluación no encontró diferencias significativas entre los tratamientos sin embargo, el genotipo Norma fue el genotipo que presentó más daño, en el ciclo anterior este mismo genotipo fue el menos dañado por estos hongos, lo que indica que de acuerdo a las condiciones prevalecientes del invernadero (temperaturas, humedad y nutrición) puede variar su susceptibilidad. Los genotipos que no presentaron daños por cenicilla- cladosporiosis fueron Gabriela y Red Chief.

Ríos (2002) evaluando genotipos de jitomate en invernadero rustico, las principales plagas que aparecieron en el ciclo del cultivo fueron el minador de las hojas (*Liriomyza trifolii* Frick) al inicio del ciclo del cultivo, también se presento la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) la cual se controlo con aplicaciones de insecticidas Mitac 20 CE 30 ml y Endosulfán al 35% 30 ml. Las enfermedades que se presentaron fueron tizón temprano (*Alternaria solani* (Ell. y Martín) Jones y Grout) y tizón tardío (*Phitophthora infestans* (Mont.) De Bary) el cual se controlaron con aplicaciones de fungicidas (Tecto 60, Ridomil Bravo y Amistar).

Santos (2002) en un estudio para evaluar rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación, las principales plagas que aparecieron en el ciclo del cultivo fueron el minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* Frick) al inicio del ciclo del cultivo, también se presento la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) la cual se controlo con aplicaciones de insecticidas Mitac 20 CE 30 ml y Endosulfán al 35% 30 ml. Las enfermedades que se presentaron fueron tizón temprano (*Alternaria solani*) y tizón tardío (*Phitophthora infestans*) el cual se controlaron con aplicaciones de fungicidas (Tecto 60, Ridomil Bravo y Amistar).

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta rendimiento de 173.7 ton ha⁻¹. En la variable altura reportó para el genotipo Gabriela una altura de 249.3 cm mientras que para el híbrido Andre encontró una altura de 216.6 cm.

López (2003) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno la única plaga que se presento fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellos & Perring y *Trialeurodes abutilonea*). A los 40 días después de la siembra se presento la enfermedad tizón temprano (*Alternaria solani*). Posteriormente a

los 60 días después de la siembra se detecto cenicilla (*Leveillula taurica* lev. Arm.) las cuales fueron controladas mediante aplicaciones del fungicida Amistar en dosis de 250gr/ha.

Aranda (2003) evaluando el efecto de vermicomposta el el desarrollo fenológico y producción de chile en condiciones de invernadero encontro que Durante el ciclo fonológico del cultivo se presentaron las siguientes plagas; pulgón amarillo (*Aphis sp*) y minador de la hoja (*Agritis sp*). Para combatir el pulgón se utilizo una solución de detergente mientras que el minador de las hojas se eliminó manualmente después de revisar cada planta dos veces al día. En cuanto a enfermedades se refiere no se presento ningún problema o caso de enfermedad fungosa aunque para evitar problemas de este tipo durante el desarrollo del cultivo se aplicó Zineb 80 (36g/20 L de agua), como medida preventiva tan bien se aplico Mancozeb 8WP polvo humectable, Dimetoato 75 ml/20 L de agua.

Zarate (2002) evaluando el efecto de vermicomposta el el desarrollo fenológico y producción de tomate en condiciones de invernadero encontro que durante el ciclo fenológico del cultivo se presentaron las siguientes plagas. Falso medidor (*Trichoplusia ni*), Araña roja (*Tetranychus urticae*) y Gusano alfiler del tomate (*Keiferia lycopersicella*). Sin embargo, debido a que no se detectaron daños significativos sobre el cultivo, se determinó no aplicar productos químicos para su combate. En cuanto a enfermedades se refiere, no se presentó ningún caso de enfermedad fungosa, aunque para evitar problemas de este tipo durante el desarrollo del cultivo se aplicó Zineb 80 (36g/20L. de agua) como medida preventiva.

3.1 Localización y tipo de invernadero

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de La Laguna (CELALA), localizado en el km 17.5 de la carretera torreón-Matamoros. El experimento se realizó en el periodo de agosto-enero de 2002-2003, en un invernadero tipo semicircular compuesto de cubierta de fibra de vidrio con estructura totalmente metálica, la ventilación del invernadero se encuentra automatizada con pared húmeda.

3.2 Ubicación

El CELALA se ubica en las coordenadas geográficas de 103°14' de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25°32' de la latitud norte con una altura de 1120 msnm (CETENAL, 1970).

3.3 Genotipos

En el cuadro 2 se presentan los genotipos de tomate evaluados, compañía y tipo de tomate.

Cuadro 3.1 Genotipos de tomate evaluados. CELALA,2003.

Genotipo	Compañía	Tipo de Tomate
Andre	Peto Seed	Bola
Atila	Harris Moran	Saladet
Max	Peto Seed	Bola
FA-852	Hazera	Bola
Abigail 870	Hazera	Bola
Attention	Enza zaden	Bola
Alondra	Enza zaden	Bola
Giranda	Enza zaden	Bola
31355		Saladet
E 30963	Enza zaden	Bola
Adela	Hazera	Bola
136225	Rogers	Bola
V.81	Clause	Saladet
V. 120 F1	Vilmorin	Saladet
Tequila	Vilmorin	Saladet
HMX 801	Harris moran	Saladet
V.70	Vilmorin	Saladet
Barbarian	Harris moran	Saladet

3.4 Siembra

La siembra se efectuó el 17 de julio en charolas germinadoras de 200 cavidades, usando como sustrato el musgo canadiense (*Sphagnum*) conocido como Cosmo-Peat, y el trasplante se realizó el día 6 de agosto del 2002. Se utilizaron macetas de 25 kg rellenas con un sustrato de arena que fue previamente desinfectada y posteriormente lavada, se instalaron a doble hilera con un arreglo a tresbolillo espaciados a 30 cm entre plantas y a 70 cm entre los pasillos.

3.5 Diseño

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar con 6 repeticiones y la unidad experimental fue de tres plantas por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente 100 m².

3.6 Manejo del cultivo

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

3.7 Polinización

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 a 5 segundos, diariamente. Durante la fructificación en el punto rozado del primer racimo se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste y así sucesivamente con los demás racimos mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

3.8 Fertilización y riegos

Para el manejo del riego la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día en el sistema de fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base la concentración establecida por Zaidan y Avidan (1997) pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, en la etapa de fructificación se incremento el 20 % de calcio para reducir el daño por pudrición apical. Para evitar la acumulación de sales se hicieron prácticas de lavado de macetas, en cantidades de 3 lavados en total durante el desarrollo del cultivo. En el Cuadro 3.2 se muestra la solución nutritiva empleada para la fertilización.

Cuadro 3.2 Solución nutritiva, en 18 litros de agua, empleada en el ciclo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2002-2003. CELALA 2003.

Solución	1 Fase plantación y establecimiento	2 Fase Floración y cuajado	3 Fase Inicio de maduración	4 Fase de Cosecha
Ac. Fósfórico	86 g	86 g	169 - 246 g	281 g
KNO ₃	55 g	385 g	495 g	825 g
Ca(NO ₃) ₂	60-120 g	300 -420g	405 – 540 g	675 g
Mg(NO ₃) ₂	20 g	140-216 g	216 g	360 g
Zn(EDDHA)	4 g	14 g	9 g	15 g
Maxiquel multi	2.7 g	14 g	18 g	30 g
Cu 150 p.p.m.	0.2 g	1.5 g	2.19 g	2.19 g
Mo 5 p.p.m.	0.03 g	0.05 g	0.07 g	0.07 g

3.9 Control de plagas y enfermedades

A los 26 días después de la siembra (dds) colocaron trampas amarillas para el control de plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, desde las charolas hasta la cosecha. Se instalo una lámpara de luz negra conformada por una cámara letal cuya función fue la de atraer a los insectos nocturnos para su posterior identificación. Los agentes causales de las enfermedades encontradas se identificaron

colocando tejido dañado previamente desinfectados en medio de cultivo papa dextrosa-agar (PDA) y mediante observaciones directas en el microscopio compuesto.

Para la incidencia se contaron inicialmente el número total de plantas y mediante revisiones visuales semanales se cuantifico el número de plantas enfermas para determinar su porcentaje. La severidad se califico con una escala visual arbitraria del 0 al 4, donde 0= planta sana, 1= inicio de síntoma; 2= 25% de follaje dañado; 3= 50% follaje dañado; 4= + 50% del follaje dañado.

Los datos de severidad se analizaron mediante un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizo 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). Al encontrar los coeficiente de variación muy elevados, se realizó una transformación raíz cuadrada cuando los datos consisten en números enteros pequeños, por ejemplo el número de colonias de bacterias en un recuento de placas, hongos o insectos.. por esta razón se recomienda a $\sqrt{y + \frac{1}{2}}$ como transformación adecuada cuando los valores esta por debajo y especialmente cuando hay ceros (Steel y Torrie, 1985).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Desarrollo Vegetativo

Los 18 genotipos de tomate cultivados en el otoño – invierno 2002 - 2003 son mostrados en el cuadro 4. Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo eventualmente el espacio entre hileras, todos genotipos tuvieron un crecimiento indeterminado.

4.1.1 Altura de la planta

En el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre los genotipos, además se encontró una media de 219.8 cm y un coeficiente de variación de 10.30, no obstante que el genotipo 31355 obtuvo la mayor altura con 251.50 cm y obteniendo la menor altura el genotipo Max con 200.13 cm mostradas en el cuadro 6.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta en la variable altura valores de 249.3 cm a 216.6 cm de altura.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los citados por López (2003) quien evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontró diferencias altamente significativas en esta variable, reportando la mayor altura de 264.4 cm.

4.1.2 Inicio de floración

El análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa entre los genotipos, mostrando una media de 52.6 Días Después de la Siembra (dds) y un coeficiente de variación de 5.7, presentando valores de 47.6 (dds) en Barbarian y E30963 con 55.8 (dds).

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por (Rodríguez 2002), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta valores en el primer ciclo (1999–2000) de 56 a 68 días después de la siembra (dds). Tampoco coinciden con los citados por López (2003) quien reporta una media de 70.6 (dds) mostrando valores a inicio de floración de 68 y 75.4 días después de la siembra.

Cuadro 4.1 Variables altura de planta e inicio de floración de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.

Genotipo	Altura (cm)	Días a Floración
31355	251.5 a	51.0 e f
Barbarian	245.6 a b	47.5 g
Atila	237.8 a b c	55.3 a b
HMX 801	232.4 a b c	51.9 c d e f
V.70	226.4 b c d	51.6 c d e f
Abigail 870	226.0 b c d	55.5 d e f
E 30963	225.4 b c d	55.7 a
V. 81	220.3 c d e	48.8 f g
FA – 852	220.0 c d e	52.7 b c d e
Giranda	219.5 c d e	53.0 a b c d e
Attention	217.3 c d e	53.9 a b c d
Adela	217.0 c d e	54.7 a b c
V. 120 F1	210.2 d e	47.8 g
Tequila	209.7 d e	51.0 e f
136225	208.2 d e	51.0 e f
Andre	207.0 d e	55.2 a b
Alondra	206.3 d e	52.7 b c d e
Max	200.1 e	54.0 a b c d
DMS (.05)	21.7	3.04
Media	219.8	52.6
CV	10.3	5.7

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2 Plagas y enfermedades

4.2.1 Plagas

En este ciclo la principal plaga que fue la mosquita blanca *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring (Figura 4.1) y *Trialeurodes abutilonea* Haldeman (Figura 4.2) y como plagas secundarias se presentaron la chicharrita (*Empoasca* sp), pulgón (*Aphis gossypii* Glover, Figura 4.5) y minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick, Figura 4.3). Estas plagas se les controló con insecticida Confidor, con una dosis de 750 ml/ha. Dichas plagas también fueron controladas con una aplicación de Endosulfán 35% (2 l/ha), posteriormente se empleó una mezcla de 30 ml Mitac 20 CE y 30 ml de Endosulfán al 35%, disueltos en 10 litros de agua.



Figura 4.1 Adulto (a) y huevecillos (b) de la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring). CELALA, 2003.



Figura 4.2 Adulto, huevecillos y ninfas de la mosquita blanca de la hoja plateada (*Trialeurodes abutilonea* Haldeman). CELALA, 2003.



(a)

(b)

Figura 4.3 Adultos y huevecillos (a) y daños en planta de tomate del ácaro del bronceado (*Aculops lycopersici* Masee). CELALA, 2003.



(a)

(b)

Figura 4.4 Adultos (a) y daño en hoja (b) de planta de tomate del minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick). CELALA, 2003.



(a)

(b)

Figura 4.5 Adulto (a) y ninfas (b) de pulgón amarillo (*Aphis gossypii* Glover) CELALA, 2003

4.2.2 Enfermedades

4.2.2.1 Enfermedades fisiológicas

Intumescencia

A los 63 días después de la siembra (dds) se presentó intumescencia (verrugas) en las hojas, principalmente en las basales, parte baja de la planta, ésta condición se reporta cuando se presentan condiciones climáticas (higrometría alta y bajas temperaturas) durante la noche (Blancard, 1999). En éste caso, el daño en las hojas fue ocasionado por bajas temperaturas y alta humedad relativa nocturna en el invernadero, no encontrando agentes fitopatógenos asociados a esta condición. La incidencia del daño fue de un 32% con una severidad promedio de 0.30. para esta variable el análisis de varianza presento diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) de los genotipos que presentaron mayor incidencia fueron HMX801, Barbarian, 136225 y V81, mientras que los genotipos menos afectados fueron Adela y Giranda (Cuadro 4.2).

Deficiencia de calcio

Los síntomas por deficiencias aparecieron a los 68 días (dds) en el ápice terminal del fruto en crecimiento. La aparición de esta fisiopatía esta relacionada con deficiencias de calcio en el fruto, el estrés hídrico y la salinidad influyen también directamente en su aparición, a esta deficiencia se le conoce con el nombre de pudrición apical. Existen también distintos niveles de sensibilidad varietal. Comienza por la zona de la cicatriz pistilar como una mancha circular necrótica que puede alcanzar el diámetro de todo el fruto (Blancard 1996). En este caso el daño fue ocasionado por una deficiencia de calcio, la cual fue corregida al presentarse el síntoma para reducir el daño por pudrición apical en la etapa de fructificación aumentando el 20% de la recomendación citadas por (Zaidan y Avidan, 1997).



Figura 4.5 Daño en fruto por deficiencia de calcio. CELALA,2003.

Para esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la fuente de variación genotipos, y su interacción genotipo X repetición. Dentro de los híbridos tipo saladet los genotipos que presentaron mayor deficiencia fueron V70 y 31355 mientras que el genotipo que presentó menor deficiencia fue Barbarian, para los híbridos tipo bola los únicos que presentaron deficiencia fueron Andre y Adela (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2

Variables de síntomas de Intumescencias y deficiencia de. Calcio de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.

	Genotipo	Intumescencias	D. Calcio	
16	HMX 801	0.83333333 a	0.70710678	b
18	Barbarian	0.75 a b	0.75024329	b
12	136225	0.74305556 a b c	0.9390518	b
13	V.81	0 a b c d	0	b
7	Alondra	0.41666666 b c d e	0.70710678	b
3	Max	0.36111111 c d e f	0.70710678	b
6	Attention	0.33333333 d e f	0.70710678	b
15	Tequila	0.25 e f	0.70710678	b
17	V.70	0.25 e f	1.03978587	a
10	E 30963	0.22222222 e f	0.70710678	b
14	V. 120 F1	0.20833333 e f	0.70710678	b
1	Andre	0.16666667 e f	0.73586445	b
2	Atila	0.15277778 e f	0.80775863	b
4	FA-852	0.125 e f	0.70710678	b
9	31355	0.125 e f	0.75024329	b
5	Abigail 870	0.05555556 e f	0.70710678	b
11	Adela	0.02777778 f	0.77900096	b
8	Giranda	0 f	0.70710678	b
Media		0.301	0.75	
CV		17.3	18.50	

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.2.2 Enfermedades Infecciosas

Cenicilla (Oidiopsis) *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud

A los 102 días después de la siembra (dds) se presentó el hongo de cenicilla, con una incidencia de 10% del follaje dañado, este patógeno se propaga a través del viento a largas distancia; las esporas germinan en la superficie de las hojas y el micelio coloniza el interior. Las condiciones óptimas para su desarrollo son humedad relativa de 50 a 70%, temperatura de 20 a 25 °C (Blancard, 1996). El análisis de varianza para esta enfermedad no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 0.75 de incidencia.

Para esta variable de análisis de varianza aunque no se detecto diferencia significativa los genotipos que presentaron mayor daño fueron 31355, Tequila y Barbarian, mientras que los que presentaron menor daño fueron Abigail 870 y V.81 (Cuadro 4.3).



Figura 4.5 Presencia de síntomas (a) y daño en hojas (b) en el cultivo del tomate por cenicilla (*Leveillula taurica*). CELALA,2003.

A los 133 días después de la siembra (dds) se presentó la *Alternaria solani* [(Ell, & Mart.) Jones & Grout]] (Figura 4.6), con una incidencia de (25%) follaje dañado en los genotipos más susceptibles. Este patógeno se propaga a través del viento y de la lluvia. Las condiciones optimas para su desarrollo son humedad relativa alta, temperatura de 18 a 25 °C (Blancard, 1996). El análisis de varianza para esta enfermedad no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 0.85 de incidencia.

Para esta variable de análisis de varianza aunque no se detecto diferencia significativa el genotipo que presento mayor daño fue el 31355, mientras que e genotipo que presento menor daño fue Atila (Cuadro 4.3).



(a)

(b)

Figura 4.6 Daño en tallo (a) y hoja (b) en el cultivo del tomate por tizón temprano (*Alternaria solani*). CELALA, 2003.

A los 133 días después de la siembra (dds) se presentó el *Cladosporium fulvum* [Cooke o *Fulvia fulva* (Cke.) Ciferri] (Figura 4.7), con una severidad de (25%) del follaje dañado en la parte baja de la planta. Este patógeno se propaga a través del viento. Las condiciones favorables para su desarrollo son humedad relativa superior al 80% y temperatura de 20 a 25 °C (Blancard, 1996). El análisis de varianza para esta enfermedad no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 0.81 de incidencia (Cuadro 4.3).



Figura 4.7 Daño en hoja en el cultivo del tomate por moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*). CELALA, 2003.

Para esta variable de análisis de varianza aunque no se encontró diferencia significativa el genotipo que presentó mayor daño fue el Adela, mientras que el genotipo que presentó menor daño fue V.81 (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3

Variables de síntomas de Cenicilla, Alternaria y Cladosporium de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.

Genotipo		Cenicilla		Alternaria		Cladosporosis	
9	31355	0.79905883	a	0.84787436	a b c	0.78033009	a b c
15	Tequila	0.7933798	a	0.90406058	a b c	0.75592232	b c
18	Barbarian	0.7933798	a	0.88533184	b c	0.82346659	a b c
14	V. 120 F1	0.77465106	a	0.77465106	b c	0.84219533	a b c
12	136225	0.77247611	a	0.81968057	b c	0.84408834	a b
2	Atila	0.76027222	a	0.76405824	c	0.83784543	a b c
6	Attention	0.76027222	a	0.83595242	b c	0.79660193	a b c
17	V.70	0.75592232	a	0.90406058	a b c	0.80473785	a b c
4	FA-852	0.7521363	a	0.88968174	a b c	0.81968057	a b c
10	E 30963	0.7521363	a	0.93074406	a b	0.85657417	a b
16	HMX 801	0.75024329	a	0.84219533	a b c	0.77465106	a b c
8	Giranda	0.73965047	a	0.84598135	a b c	0.80095183	a b c
11	Adela	0.73965047	a	0.8321664	b c	0.89592466	a
1	Andre	0.73586445	a	0.84598135	a b c	0.80095183	a b c
3	Max	0.73586445	a	0.92846835	a b c	0.80095183	a b c
7	Alondra	0.73586445	a	0.84219533	a b c	0.82970951	a b c
5	Abigail 870	0.70710678	a	0.84219533	a b c	0.81343766	a b c
13	V.81	0	a	0	a b	0	c
Media		0.75		0.85		0.81	
CV		18.70		27.528		20.55	

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.3 Rendimiento

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencias significativas entre los genotipos ($P < 0.05$) mostrando una media de 216.6 ton ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 22.12. Los genotipos de mayor rendimiento fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.4, 254.3 y 241.6 ton ha⁻¹, respectivamente. Mientras que el genotipo de menor rendimiento fue V 120 F1 con 168.22 ton ha⁻¹ (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4

Variable rendimiento y significancia estadística de 18 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2002 - 2003 en La Comarca Lagunera. CELALA, 2003.

Genotipo	Rendimiento ton ha⁻¹
Andre	258.40
Atila	254.38
HMX 801	241.60
Giranda	237.62
FA - 852	230.62
Barbarian	226.75
E 30963	225.83
Abigail 870	225.60
Max	221.12
V.81	214.22
31355	213.73
Alondra	210.40
V.70	200.23
136225	197.77
Attention	194.72
Adela	189.08
Tequila	185.82
V.120 F1	168.22
DMS	NS
Media	216.66
CV	22.12

Estos resultados superaron a los obtenidos por Rodríguez (2002) quien obtuvo para los genotipos Andre, Max, 870 y Adela 91.7, 84.0, 77.8 y 68.9 ton ha⁻¹ respectivamente. También superaron a los resultados de Ríos (2002) quien reportó un rendimiento para Bosky de 154.0 ton ha⁻¹ y Aguilar, (2002) alcanza para Gabriela y Andre con 173.7 y 152.7ton ha⁻¹ respectivamente. Santos, (2002) obtiene para Belladona un rendimiento de 139.6 ton ha⁻¹, y para Adela de 114.0 ton ha⁻¹, cabe mencionar que dichos autores evaluaron estos híbridos bajo condiciones de invernadero rustico.

Los resultados obtenidos no superaron a los citados por López (2003) quien evaluando híbridos de tomate en condiciones de invernadero reporta un promedio de 190.4 ton ha⁻¹ encontrando rendimientos de 221.5 hasta 153.7 ton ha⁻¹

Cotter y Gómez (1981) menciona que para una producción exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton ha⁻¹/año en el presente trabajo el rendimiento obtenido fue de 258.4 ton ha⁻¹ en solo 7 meses lo cual concuerda con dichos autores, estos rendimientos concuerdan con el potencial de 400 ton ha⁻¹/año obtenidas en otros estudios (Papadopoulos et al., 1998; Baytorun et al.;1999; Johnson et al.,1975 y Romero, 1979).

5 CONCLUSIONES

Para este ciclo de evaluación se logró identificar y controlar las principales plagas y enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del cultivo.

Dentro de las enfermedades fisiológicas A los 63 días después de la siembra (dds) se presentó intumescencia (verrugas) en las hojas (en las basales, el daño en las hojas fue ocasionado por bajas temperaturas y alta humedad relativa nocturna en el invernadero, no se encontró agentes fitopatógenos asociados a esta condición. para esta variable el análisis de varianza presento diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) de los genotipos que presentaron mayor incidencia fueron HMX801, Barbarian, 136225 y V81, mientras que los genotipos menos afectados fueron Adela y Gironda.

En la deficiencia de calcio los síntomas por deficiencias aparecieron a los 68 días (dds) en el ápice terminal del fruto en crecimiento. en esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la fuente de variación genotipos, y su interacción genotipo por repetición. Dentro de los híbridos tipo saladet los genotipos que presentaron mayor deficiencia fueron V70 y 31355 mientras que el genotipo que presentó menor deficiencia fue Barbarian, para los híbridos tipo bola los únicos que presentaron deficiencia fueron Andre y Adela

La plaga que se presento durante todo el desarrollo del cultivo fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring y *Trialeurodes abutilonea* Haldeman) y las enfermedades que se presentaron fueron: cenicilla (*Leveillula taurica*) tizón temprano (*Alternaria solani*) y moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*).

Dentro de las enfermedades infecciosas la cenicilla se presentó los 102 días después de la siembra (dds), con una incidencia de 10% del follaje dañado el análisis de

varianza para este patógeno no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 0.75 encontrándose valores de 0.79 y 0.70. Para las enfermedades alternaria y cladosporosis el análisis de varianza no encontró diferencia significativa, entre genotipos mostrando una media de 0.85 y 0.81 de incidencia respectivamente.

Aunque no existe diferencia significativa para rendimiento, los mejores híbridos fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.40, 254.38 y 241.60 ton ha⁻¹ respectivamente. La mayoría de los genotipos igualaron en rendimiento al testigo Andre. Todos los híbridos evaluados tienen una excelente adaptación en el otoño- invierno. Cabe mencionar que el invernadero en el cual fueron evaluados estos genotipos no contaba con sistema de calefacción.

En el cultivo del tomate se han reportado a nivel nacional un gran número de plagas y enfermedades producidas por hongos, bacterias, virus y nematodos, las cuales afectan negativamente la producción del cultivo de tomate y han disminuido considerablemente la siembra de esta hortaliza en los diferentes estados productores de la República Mexicana

En la Comarca lagunera, se han detectado la mayoría de estas plagas y enfermedades en campo abierto. En la producción en invernadero se tiene poca información de cuales plagas y enfermedades se presentan en la producción de tomate en condiciones de invernadero, por lo anterior el objetivo del presente trabajo es necesario identificar y controlar las plagas y enfermedades que se presenten en tomate bajo condiciones de invernadero, durante la época de otoño-invierno.

Durante otoño-invierno del 2002-2003 se estableció un experimento de tomate en invernadero semicilíndrico y riego por goteo, en el periodo agosto-enero de 2002-2003 se evaluaron 18 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel. La siembra se efectuó el 17 de julio del 2002 en charolas germinadoras de 200 cavidades, con sustrato de musgo canadiense, el transplante se realizó el 6 de agosto en macetas de 25 kg. usando como sustrato arena previamente desinfectada y lavada, se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y 70 cm entre pasillos. El diseño experimental fue bloques al azar con seis repeticiones y la unidad experimental de 3 plantas por genotipo y la superficie sembrada fue de aproximadamente 100 m².

En la variable rendimiento aunque no se encontró diferencia significativa, los mejores híbridos para rendimiento fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.40, 254.38 y 241.60 ton

ha⁻¹ respectivamente. Estos híbridos tienen una excelente adaptación en el otoño-invierno. Mientras que el genotipo de menor rendimiento fue V 120 F1 con 168.22 ton ha⁻¹.

para inicio de floración los genotipos más precoces fueron Barbarian y V120 F1 los cuales superaron al testigo Andre con 47.5 y 47.8 días después de la siembra. en la variable altura de planta los genotipos 31355, Barbarian y Atila superaron al resto de los genotipos con 251.5, 245.6 y 237.8 cm respectivamente.

Dentro de las enfermedades fisiológicas A los 63 días después de la siembra (dds) se presentó intumescencia (verrugas) en las hojas para esta variable el análisis de varianza presento diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) de los genotipos que presentaron mayor incidencia fueron HMX801, Barbarian, 136225 y V81, mientras que los genotipos menos afectados fueron Adela y Giranda. En la deficiencia de calcio los síntomas por deficiencias aparecieron a los 68 días (dds) esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la fuente de variación genotipos, y su interacción genotipo por repetición. Dentro de los híbridos tipo saladet los genotipos que presentaron mayor deficiencia fueron V70 y 31355 mientras que el genotipo que presentó menor deficiencia fue Barbarian, para los híbridos tipo bola los únicos que presentaron deficiencia fueron Andre y Adela

Dentro de las enfermedades infecciosas la cenicilla se presentó los 102 días después de la siembra (dds), con una incidencia de 10% del follaje dañado el análisis de varianza para este patógeno no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 0.75 encontrandose valores de 0.79 y 0.70. tambien en las enfermedades de alternaria y cladosporosis el análisis de varianza no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 0.85 y 0.81 de incidencia respectivamente. la cuales fueron controladas con fungicida Amistar con una dosis de 150 gr/ha. Para prevenir la posible presencia de

enfermedades de la raíz en el desarrollo del cultivo se hicieron aplicaciones de Tecto-60 (Tiabendazol) en el agua de riego en dosis de 250g/ha

En este ciclo la principal plaga que se presentó fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring y *Trialeurodes abutilonea*) y como plagas secundarias se presentaron la chicharrita (*Empoasca* sp), el pulgón (*Aphis gossypii* Glover) estas plagas se les controló con insecticida Confidor con una dosis de 750 ml/ha y el minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick). Dichas plagas también fueron controladas con una aplicación de Endosulfán 35% (2 l/ha), posteriormente se empleó una mezcla de 30 ml Mitac 20 CE y 30 ml de Endosulfán al 35%, disueltos en 10 litros de agua.

- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreon, Coahuila. México 46p.
- Agrios, G. N. 1998. Efecto del medio ambiente en la producción de las enfermedades infecciosas. Fitopatología. 2ª ed. Noriega-Uthea. México. Pp. 149-182.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México Pp. 76-77.
- Alvarado, R. B. y T. Trumble J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa, pp. 435-456. En: Anaya R. y Romero N. (Ed.) Hortalizas, Plagas y Enfermedades. Editorial trillas México. D. F.
- 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. Tercera. Ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.
- Aranda S., J. M. 2003. Comportamiento fenológico del chile chilaca (*Capsicum annum* L.) en substratos de vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah., México. 46 p.
- Atherton, J. G. y J. Rudich 1986. Flowering, pp. 167-200. In: Atherton J.G. y J. Rudich (ed. The tomato crop. University Press, Cambridge.
- Ávila, G. M. R., P. Cano R., U. Nava C. y E. López R. 2000. Identificación de moscas blancas presentes en la Región Lagunera, pp. 669-672. In. Memorias del 35 Congreso de Nacional de Entomología. Acapulco, Guerrero, México.
- Baytorun, A. N.; Topcu, S. K. Abak y Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agr.-Engn/Adanal. Turkey. 64(1). Pp. 33-39
- Belda, J. E. y J. Lastre. 2001. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. Pp.1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. In: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

- Canovas, F. 1999. Manejo del cultivo sin suelo. pp. 229- 235. *In*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Carvajal, M. A. Cerda y V. Martínez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders Plant Growth Regulation. 30: 1 Pp.37-47. M/CSIC/Ctr Edafol & Biol Aplicada Segura. Dept Fisiol & Nutr Vegetal/POB 4195/Murcia. Spain,
- Caro M. P. 2001. Manejo de plagas del cultivo del chile, pp. 40-44. *In*: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México.
- Castilla P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo, pp. 191-225. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.
- CETENAL, 1970. Carta Topográfica Escala 1:50,000. Méx. D. F.
- Cotter, D.J. y R. E. Gómez, 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New Mexico, U.S.A.
- Claridades Agropecuarias. 1998. Jitomate. Num. 62. Pp. 1-17
- Chamorro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, Pp. 43-87. *In*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492. *En*: "El cultivo del tomate". Ediciones y Promociones LAV, S. L. Valencia.
- Escudero S., J. 1993. Cultivo hidropónico del tomate. *In*: Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos Sin Suelo, Hortalizas en Clima Mediterráneo". Compendio de Horticultura 3 Ed. De Horticultura, S. L. Sustrato.
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 2001. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, Pp: 13-23. *En*: F. Nuez (ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión.
- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- Gispert, G. M. del C. 1987. Influencia Del Riego en la Fluctuación Poblacional del Acaro del Tomate (*Aculops lycopersici* Masse). Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo Méx.
- Gordon R. H. y J. A. Barden. 1992. Horticultura. AGT Editor S.A. México. Pp 528-532.
- Hance, T.; Van Impe, G.; Lebrun, P; Nihoul, P; Benoit, F; Cuesterman, N. 1991. Las Plagas. *In* F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 385-467.

- Howard, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 Pp. Brurin Israel.
- Infoagro, 2001. "http://www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Infoagro. 2002. Cultivo del tomate. http://www. Infoagro.com /hortalizas/tomate 3. asp
- Johnson, H. Jr. y C. R. Rock. 1975. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Jones, P. J. 2001. Enfermedades Infecciosas. Pp. 13-14 *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.). Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Lacasa, A. y J. Contreras. 2001. Las plagas, pp. 387-463. *In: (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México.*
- López E. J. I. 2003 Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Maynard, N. D. 2001. Enfermedades nutricionales. Pp.60-63. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Medina, M. R., C. Reyes R., C. Ceceña D. y D. Legasti F. 2001. Efectividad biológica de la feromona Checkmate TPW-F en el control de gusano alfiler del tomate. *Keiferia lycopersicella*, Costa de Ensenada, Baja California, pp.E-112. XXXVI Congreso Nacional de Entomología ITEMS Qro. Méx.
- Mendoza, Z. C. 1999. "Enfermedades Fungosas de Hortalizas y Fresas". *In : Anaya R. S. (Ed.). Hortalizas plagas y enfermedades. Ed Trillas. México. Pp 25-35, 31*
- Nava C., U y P. Cano R. 1998. importancia de la temperatura, humedad y luz en insectos y plantas. *In: Memoria de Simposium internacional de Protección Fitosanitaria. Pp 42-43.*
- Papadopoulos, A.P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. *Hort Technology. 8(2): 193-198.*
- Paulus, O. A. y Correll C. J. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 18-19. *In: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Pilatti, R. A. y Bouzo C. A. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*) cultivado en invernadero *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2).*

- Revista Horticultura. 1998. Numero, 29, Vol. XVII, junio, Pp. 25-28.
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275,279,425-471.
- Ríos, J. A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 59 p.
- Rodríguez, D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno la Comarca Lagunera. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 81 p.
- Rodríguez M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp. 58-65.
- Romero, F. E. 1979. CENAMAR. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. Pp. 45.
- Santos, C. J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero con fertirrigación. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 67 p.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N:C: United States of America.
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.
- Schuster, D. J. 2001. Enfermedades no Infecciosas, pp.53-55. In: Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Steel, G. D. R. y J. Torrie H. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos 2ª edición. Ed. McGRAW-HILL Latinoamericana, S. A. Pp. 227.
- Stevenson, R. W. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 17-18. In: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Tiscornia, J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.
- University of California. 1985. integrated pest management for tomatoes. Second edition. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3274.

- Valadéz L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D. F. Pp. 198-222.
- Zaidan, O. y A. Avidan,(1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta fisiológica del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en cuatro substratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63 p.
- Zitter, T. A. 2001. Enfermedades Infecciosas. Pp. 31-43. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate.* The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.

Cuadro A3

Cuadrados medios y significancia para las variables floración y altura de planta genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003

F. V.	G. L.	FLORACIÓN	ALTURA
Repetición	5	16.26 NS	1029.4*
Genotipo .	17	46.69 **	1638.2 **
Gen. x Rep	84	9.63 NS	498.9 NS
Error	157	8.89	512.9
C. V. %		5.66	10.3

Cuadro A2

Cuadrados medios y significancia para cosecha en toneladas por hectárea de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003

F. V.	G. L.	PESO ton ha ⁻¹
Repetición	5	38195.6 **
Genotipo	17	5377.2 NS
GenoXrep	84	4264.22
Error	157	3905.6
C. V. %		30.6

Cuadro A4

Cuadrados medios y significancia para las variables de intumescencia y deficiencia de calcio en planta de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003

F. V.	G. L.	Intumescencia	D. Calcio
Repetición	5	0.00921861 NS	0.10091694**
Genotipo	17	0.245962**	0.11345903**
Geno x Rep	84	0.6070119**	0.06263411**
Error	157	0.02262618	0.01941556
Media		0.301	0.75
C. V. %		17.3	18.50

Cuadro A5

Cuadrados medios y significancia para las variables de Cenicilla, Alternaria y Cladosporium en genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003

F. V.	G. L.	Cenicilla	Alternaria	Cladosporium
Repetición	5	0.01153555	0.05467414	0.0368006
Genotipo	17	0.001940*	0.03550766	0.02237257
Geno x Rep	84	0.1674803	0.04236786	0.03776565
Error	157	0.01985679	0.05602649	0.02790465
Media		0.75	0.85	0.81
C. V. %		18.70	27.52	20.55