

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Producción de Tomate Bajo Condiciones de Invernadero

(Solanum lycopersicum)

Por:

VICTOR SARMIENTO RUÍZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Producción de Tomate Bajo Condiciones de Invernadero
(*Solanum lycopersicum*)

Por:

VÍCTOR SARMIENTO RUÍZ

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

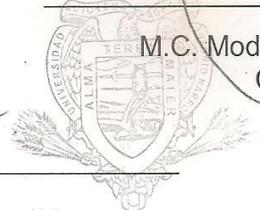
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada

Dr. Armando Rodríguez García
Asesor Principal

M. C. Francisca Ramírez Godina
Coasesor

M.C. Modesto Colín Rico
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de división de agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2014

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Anatolia Ruíz Velazco y Sotero Alejandro Sarmiento Santiago

Por haber sido mi apoyo durante mi educación siendo unos excelentes padres, dándome consejos e inculcándome valores, para que me convirtiera en una persona de bien moral y profesionalmente por lo cual ahora tengo la satisfacción de haber concluido mi carrera profesional, con cariño les doy las gracias por su comprensión, apoyo, confianza y principalmente por todo su esfuerzo gracias.

A MIS HERMANOS:

Javier Sarmiento Ruíz y Alberto Sarmiento Ruíz quienes siempre estuvieron allí cerca de mí brindándome su apoyo moral dándome consejos y alentándome para que no me diera por vencido y cumpliera con mi objetivo.

A MIS CUÑADAS: (margarita y pilar)

Por su amistad, apoyo, cariño y comprensión, que con ustedes tengo la dicha y felicidad de convivir en unión y haberme dado ánimos para seguir siempre adelante.

A TODOS MIS TÍOS:

Por su apoyo y por su cariño durante la vida, e inculcarme las cosas buenas de este mundo, gracias.

A TODOS MIS PRIMOS:

Que con su gran apoyo y su amistad me confortaron y me alentaron para seguir siempre luchando, Gracias por todo.

A MI NOVIA: Lizbeth Luna Agapito

Por tu gran amor, tu apoyo, tu amistad, tú cariño y por estar conmigo apoyándome en momentos difíciles y por compartir parte de tu vida y darme esos momentos de alegría y por compartir mis tristezas y por aceptarme en tu vida gracias amor.

A mi “ALMA TERRA MATER” por darme las armas necesarias y hacer de mí un buen profesionalista.

AGRADECIMIENTOS

Adiós por haberme dado la vida

A todos y cada uno de los miembros de mi familia, ya que gracias a su apoyo y comprensión, pude concluir mis estudios de una manera agradable y satisfactoria.

A mi alma terra mater quien durante mi estancia me acobijo en sus aulas llenándome de conocimientos y formándome a base de valores humanos.

Al Dr. Armando Rodríguez García; por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, por todo su apoyo técnico, científico y entusiasmo para la realización del mismo para poder realizar el trabajo con éxito.

Al M. C. Francisca Ramírez Godina. Por su confianza depositada, por haber disipado todas mis dudas con profesionalismo, comentarios, experiencias y por ser un apoyo en la realización de esta monografía

Al M.C. Modesto Colín Rico, por su cooperación en el desarrollo de este trabajo y por su participación en el mismo.

A mis amigos: Ignacio Marcial, Pedro Licon, Riquelme Miches, Leonel Velasco, Lorenzo y Obed por haberme brindado su amistad, por pasar momento buenos y malas, gracias por todo el apoyo brindado, siempre estaré en deuda con ustedes.

Por último agradezco a todas aquellas personas que en su momento me brindaron su apoyo y amistad incondicional maestros, Ingenieros, trabajadores y demás compañeros que de alguna manera hicieron más amena mi estancia en esta Universidad. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación.....	2
2.- IMPORTANCIA ECONÓMICA	2
2.1 Importancia Mundial	2
2.2 Importancia Nacional.....	3
3.- Generalidades de la Planta	4
4.- Principales Tipos de Tomate.....	6
5.- Requerimientos Edáficos	8
6.- IMPORTANCIA DE LOS INVERNADEROS.....	9
6.1 Tipos de Invernaderos	9
7.- Aspectos Generales en la Producción de Tomate en Invernadero	11
8.- Importancia de los Factores Climáticos en la Producción de Tomate en Invernadero	13
9.- Sistemas de Producción.....	16
10.- MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO..	19
10.1 Producción de Plántula	20
10.2 Preparación de Terreno en Invernadero	21
10.3 Época de siembra.....	23
10.4 Pre-trasplante	23
10.5 Trasplante	23
11.- Riego.....	24
12.- Prácticas Culturales en Invernadero	26
13.- Polinización.....	28
14.- Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Tomate.....	29
15.- Fertirriego.....	31
16.- MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	32

16.1 Principales Plagas.....	32
16.2 Principales Enfermedades	44
17.- Enfermedades de Origen Viral	54
18.- Nematodos Fitopatógenos de Mayor Importancia en la Producción de Tomate	61
19.- Recomendaciones Generales para la Aplicación de Plaguicidas en Invernadero.	65
20.- POLÍTICAS DE INOCUIDAD PARA LA COSECHA Y POST- COSECHA DE TOMATE EN INVERNADERO	65
20.1 Inocuidad en Cosecha	70
20.2 Inocuidad en Post – Cosecha	71
21.- COSECHA DE TOMATE.....	74
21.1 Cosecha Manual.....	75
21.2 Cosecha Mecánica	76
22.- Post- Cosecha de Tomate.....	78
23.- COMERCIALIZACIÓN DE TOMATE.....	79
23.1 Mercado Mexicano	80
24.- Experiencia Personal en el Sector Laboral	81
25.- LITERATURA CITADA.....	82

1.- INTRODUCCIÓN

El tomate es una planta originaria de América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, aunque se considera a México como su centro de domesticación. Es la hortaliza que ocupa mayor superficie sembrada en todo el mundo.

La utilización de invernaderos o casas sombra representa una alternativa de producción y una oportunidad de comercialización de los productos cultivados bajo estos sistemas ya que, además de ofrecer protección contra las condiciones adversas del clima a los cultivos le dan una mejor calidad y mayores rendimientos a la producción. La agricultura protegida, por tanto, es una de las actividades que dentro del sector primario tiene un auge muy importante, llegando a ser detonante en la economía de los países y en la economía de aquellos que están inmersos en esta actividad. Además los sistemas modernos de agricultura tienen importancia ecológica fundamental ya que permiten un uso racional del agua y por la protección que ofrecen, reducen en gran medida la utilización de pesticidas tóxicos que dañan el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana.

Las ventajas de la agricultura protegida son significativas en comparación con la explotación a cielo abierto, ya que los rendimientos pueden incrementarse de manera gradual, con una mayor seguridad en la inversión realizada. En una agricultura tradicional un productor de tomate llega a producir en promedio 75 toneladas al año por hectárea con una gran cantidad de agua utilizada y desperdiciada por evaporización e infiltración. En invernadero es posible producir más de 20 toneladas por hectárea aprovechando al máximo el agua, esto, siempre y cuando los productores utilicen la tecnología adecuada y tengan los conocimientos necesarios.

Según datos de la Sagarpa, en 2013 existen aproximadamente 20,000 hectáreas bajo agricultura protegida. En general los invernaderos constituyen 12,000 y de malla sombra 8,000 de la superficie y macrotúneles entre otras estructuras. Los estados que concentran la mayor cantidad de hectáreas del cultivo en invernadero son:

Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California sur (12%), y Jalisco (10%); estas cuatro entidades aportan más del 50 por ciento de la producción total de cultivos protegidos.

1.1 Justificación

La presente monografía fue elaborada con la finalidad de recopilar información sobre la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero que en los últimos años ha tenido un gran auge sobre el sector agrícola teniendo un gran incremento en cuanto a rendimiento y calidad de producto. Además de ser uno de cultivos de mayor importancia en el país el cual en la actualidad debido a su incremento de producción ofrece más fuentes de trabajo.

2.- IMPORTANCIA ECONÓMICA

2.1 Importancia Mundial

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el tomate. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas. Correspondiendo a esto según datos de la FAO, 2002, en los últimos años, la producción mundial se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas.

Según datos de la FAO, los principales países productores de tomate son; China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la producción mundial.

A nivel continental, según los reportes de FAO, Asia participa con poco más del 50, seguida de América con 20%, Europa 15% y el resto proviene de Oceanía y África.

Durante los últimos 10 años, china ha sido el principal productor mundial de tomate en el mundo al promediar 15 millones de toneladas anuales (17% de total mundial),

seguida de los Estados Unidos de América con 11 millones de toneladas (12% de total mundial).

Turquía produce anualmente cerca de 7 millones de toneladas (8% del total mundial), Italia y Egipto participan en promedio cada uno con 6 millones de toneladas anuales (7% de total mundial), finalmente la India quien posee la mayor superficie destinada al cultivo del jitomate, debido a sus bajos

La producción mundial de tomate para el 2010 fue de 145,751 millones de toneladas, mientras que el consumo mantiene un crecimiento sostenido de alrededor del 2.5% en los últimos 15 años. El crecimiento acumulado de la producción mundial de tomate, para el periodo 2006-2010 fue de un 76.7%.

México se encuentra en el décimo lugar de productores de todo el mundo con una producción anual de 3 millones de toneladas; por otro lado, en tomate es el tercer producto más exportado en el país y este cultivo convierte a México en el principal exportador mundial con una cifra de 1.5 millones de toneladas al año, es decir, el 50% de la producción total.

2.2 Importancia Nacional

El tomate es el principal cultivo que se produce bajo condiciones de invernadero en México. Estados Unidos y Canadá demanda anualmente 2.2 millones de toneladas de tomate y en México se producen un promedio de 200 toneladas por hectárea bajo invernadero con un 60% del producto exportable.

Según cifras del SIAP (Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera) la producción total mexicana de tomate durante 2012 fue 2.64 millones de toneladas de tomate, siendo el principal productor el estado de Sinaloa, cuya producción representó el 35% del total nacional, monto 3.8 veces mayor al producido por el segundo lugar, Baja California, con 9%. Siguen en la lista los estados de Michoacán, San Luis Potosí y Jalisco con 8%, 6% y 5%, respectivamente. Regionalmente, a todo lo largo del territorio nacional se distribuye

la producción de tomate, sin embargo, la zona productora de mayor importancia es el Noroeste de la república.

En lo que respecta a las variedades de tomate que se producen en el territorio mexicano, la de mayor distribución es el tomate saladette, representa el 56% del total, en segundo lugar se encuentra el tomate bola, cuyo volumen de producción alcanza el 14%.

En los últimos años, México ha ocupado el primer lugar en exportaciones del producto. Tiene su principal mercado en Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, España, Alemania, Suiza y Australia.

3.- Generalidades de la Planta

Planta: herbácea, perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta.

Tallo: es erguido durante los primeros estadios de desarrollo, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Puede llegar hasta los 2.5 m de longitud.

Hojas: compuestas, se insertan sobre los diversos nudos, en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once foliolos.

Flores: se presentan formando inflorescencia cimosa que puede ser de cuatros tipos. Racimo simple, cima unípara, cima bipara y cima múltipara; pudiendo llegar a tener 50 flores por inflorescencia.

Fruto: es una baya ovalada redonda o periforme con varios óvulos, presenta un pericarpio carnoso con dos o más lóculos y una placenta. Su tamaño va desde pequeños frutos del tamaño de una cereza, hasta enormes frutos de 750 gr.

Sistema radicular: raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (Numerosas y potentes) y raíces adventicias.

Semilla. La semilla del tomate es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, éstas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda,

ligeramente alargada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos. Las semillas dentro del lóculo, en sus últimas etapas de desarrollo, aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa.

Altunziker 1979, citado por Nees 1995 nos dice que la clasificación taxonomía generalmente aceptada se describe como:

Reino:Vegetal

División:..... Tracheophyta

Subdivisión.....Pteropsidae

Clase..... Dicotiledónea

Orden.....Solanales

Familia.....Solanáceas

Sub- familia.....Solanoideae

Tribu.....Solaneae

Género..... Solanum

Especie..... *Lycopersicum*

Nombre común.....Tomate

4.- Principales Tipos de Tomate

Tomate Para Consumo En Fresco

El tomate que se consume en fresco suele ser considerado como una fruta u hortaliza, para que los tomates más apreciados sean los de mayor tamaño. Para cada tipo se le da un tipo de trato; Así por ejemplo, si es usado como fruta, se cómo entero o bien cortado en rodajas que faciliten su ingestión, por lo contrario se consume como una hortaliza, se corta en rodajas más grandes para bocadillos, o bien en gajos para la ensalada.

Otro uso frecuente con los tomates es elemento decorativo. Para ello se emplean frutos de tamaño muy pequeño llamados “Cherry”.

Tomate Para La Transformación

Se le pueden dar numerosos usos al tomate de transformación, como por ejemplo: tomate natural pelado, jugos, purés, pastas y concentrados, salsas de tomate, tomate confitado, tomate en polvo y encurtido.

Dichas transformaciones se harán lógicamente en las industrias para procesado del tomate, que últimamente han tenido un importante desarrollo, debido a la gran investigación y desarrollo. Ello ha dado lugar a que las técnicas de producción y los métodos de procesado sean de mayor calidad.

Como sea mencionado con anterioridad, las regiones que mayor dedicación al tomate para la transformación son Extremadura, Región del Ebro y Murcia, debido a ello, es donde se asientan la mayoría de industrias transformadoras, como conserveras, peladoras.

El Tomate Para La Industria

Incluyen los tomates secos, presentaciones mínimamente procesados y los botes de conserva, (con poca agua y frutos enteros o en pasta) y los otros tipos de preparar, frito, o incluso en polvo. Los tomates “de industria” están extraordinariamente seleccionados y conviene hacer caso de la innovación que incorporan las empresas de semillas.

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

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

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

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

Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos.

Por su hábito de crecimiento son clasificados como:

Crecimiento determinado. Son plantas arbustivas, de porte bajo, producción precoz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo apical. Son plantas normalmente crecen de 0.5 a 1.5 metros de altura cuando el tallo principal, emitan entre dos y síes botones florales y se detienen con un botón en posición terminal (Rodríguez, 1997)

Crecimiento indeterminado. Son plantas cuyo crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar a su tallo principal hasta más de 12 mts de largo si se deja a un solo eje de crecimiento, la inflorescencia aparecen laterales en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente, se eliminan brotes laterales y el tallo generalmente se enreda en torno a un hilo de soporte. Este tipo de crecimiento es el preferido para cultivares en invernaderos.

Las variedades comerciales se eligen de acuerdo a la región donde se va a producir el tomate adoptando semillas indeterminadas híbridas que formen plántulas con buen vigor, resistencia a plagas, enfermedades y altos rendimientos.

5.- Requerimientos Edáficos

El tomate se desarrolla en suelos sueltos y profundos, aunque no se exige siempre que estén bien drenados. Preferente en suelos que tengas un pH de 5 a 7 (Nonneck, 1989).

La características de desarrollo aéreo de cada cultivar (determinado, indeterminado), el manejo concreto aplicado al cultivo y el tipo de suelo influyen en el desarrollo radicular (Widders y Lorenz, 1979) existiendo un equilibrio funcional que se expresa por el índice parte área/raíz (Maynard et al., 1980). Las raíces del tomate, en general pueden alcanzar profundidades elevadas aunque la mayor parte están en las

capas superiores del suelo (0-30cm), especialmente en los cultivos regados por goteo (Casillas, 1985).

6.- IMPORTANCIA DE LOS INVERNADEROS

El cultivo bajo invernadero ha logrado obtener producciones de calidad y mayores rendimientos, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, así producir en las épocas del año más difíciles para la obtención de mejores precios. Este incremento del valor del producto favorece al agricultor para que pueda invertir en tecnologías nuevas y mejorando las estructuras de los invernaderos, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora en los rendimientos y la calidad del producto final.

6.1 Tipos de Invernaderos

Puede intentarse una clasificación según diferentes criterios (por ej. materiales para la construcción, tipo de material de cobertura, características de la techumbre, etc.) No obstante, se ha preferido que puedan enumerar de acuerdo a sus características más importantes.

Dentro de los tipos de invernaderos más comunes en el mundo se encuentran:

1. Invernadero-túnel.

Es difícil establecer una línea divisoria entre lo que es un invernadero y un macro túnel, por no existir un parámetro definido. No obstante, se ha optado como medida de clasificación el volumen de aire encerrado por cada metro cuadrado de suelo. Se trata de invernaderos que tienen una anchura y altura variable.

2. Invernadero capilla (a dos aguas).

Se trata de una de las estructuras más antiguas, muy empleados en nuestro país. La pendiente del techo (cambio) es variable según la radiación y pluviometría (variando normalmente entre 15° y 35°).

Las dimensiones del ancho, varían entre 6 y 12 m (incluso mayores), por largo variable. Las altura de los laterales varían entre 2,0-2,5 m y la de cumbrera 3,0-3,5 m (por lo se construyen más bajos que los señalados, pero no son recomendables).

3. Invernaderos en diente de sierra.

Una variación de los invernaderos tipo capilla, que se comenzó a utilizar en zonas con muy baja precipitación y altos niveles de radiación, fueron los invernaderos a una vertiente. Estos invernaderos, contaban con una techumbre única inclinada en ángulos que variaban entre 5° y 15° (orientados en sentido este-oeste y con presentación del techo hacia la posición del sol-norte para el hemisferio sur). El acoplamiento lateral de este tipo de invernaderos dio origen a los conocidos como “dientes de sierra”. La necesidad de evacuar el agua de precipitación, determinó una inclinación en las zonas de recogida desde la mitad hacia ambos extremos.

4. Invernadero capilla modificado (tipo chileno).

Se trata de una variante de los tipo capilla (muy utilizados en la V región de Chile, promovidos por el Programa Hortalizas del INIA), muy utilizados en México en la provincia de Corrientes. La modificación (respecto a la capilla) consiste en el ensamble a diferentes alturas de cada cabio, lo que permite generar un espacio para una ventana cenital.

5. Invernadero con techumbre curva.

Este tipo de invernaderos, tienen su origen en los invernaderos-túneles. Por lo común, son de tipo metálicos (caños de 2” a 2,5” de diámetro o bien perfiles triangulares con hierro redondo trefilado de 8-10 mm de diámetro) o bien con techumbres metálicas y postes de madera. Existe una alternativa de muy bajo costo y construida con postes de madera y techumbre de madera arqueada o caña.

6. Invernadero tipo “parral” o “almeriense”.

Son invernaderos originados en la provincia de Almería (España), de palos y alambres, denominados “parral” por ser una versión modificada de las estructuras o tendidos de alambre empleados en los parrales para uva de mesa. Estos invernaderos suelen tener una altura en la cumbre de 3,0 a 3,5 m, la anchura variable, su ventilación es solamente a través de las aberturas laterales.

7. Invernadero “holandés” (tipo Venlo).

Son invernaderos de vidrio, los paneles que descansan sobre los canales de recogida del agua pluvial. La anchura de cada módulo es de 3,2 m y la separación entre postes en el sentido longitudinal es de 3 m. Estos invernaderos carecen de ventanas laterales (puede ser debido a que en Holanda no existen demasiadas exigencias en cuanto a ventilación).

En relación al nivel de tecnificación de invernaderos en México. La mayoría de estos se consideran de baja y media tecnología, en función de lo siguiente (SAGARPA, 2009).

Tecnología baja: 100% dependiente del ambiente, uso de tecnológicas simples similares a utilizadas en cultivo a intemperie.

Tecnología media: semiclimatizados, riegos programados, suelo o hidroponía.

Tecnología alta: climatización automatizada (mayor independencia del clima externo), riego computarizado, inyecciones de CO₂, uso de sustratos.

7.- Aspectos Generales en la Producción de Tomate en Invernadero

Los productores que inician en la producción de tomate en invernadero deberán tomar en cuenta aspectos generales que son muy importantes para evitar un fracaso e incrementar las probabilidades del éxito (Campaña 2008).

Algunos de los aspectos más importantes a considerar son los siguientes:

1. Disponibilidad de agua para riego

El primer paso que debemos dar, incluso para la planeación de la producción en invernadero, es asegurarnos de contar con la suficiente cantidad y calidad de agua que se requiere para el cultivo a establecer. Existen muchos fracasos de proyectos de invernaderos tan solo por no darle la importancia que merece al tema relacionado con el agua de riego.

2. Climatología de la localidad

Debemos tener en cuenta los factores climáticos de la región donde queremos establecer el proyecto de invernaderos y la adaptación del cultivo en cuestión, a pesar de que podemos controlar algunas condiciones ambientales debemos tener muy claro que entre menos energía es mejor para la producción.

Dentro de este tema, algunos de los parámetros del clima que debemos analizar son:

- Velocidad y dirección predominante del viento
- Temperatura máxima, mínima y promedio
- Humedad relativa nocturna y diurna del ciclo del cultivo
- Intensidad de luz y fotoperiodo en las diferentes estaciones del año
- Precipitaciones pluviales.

3. Estudio de mercado

Es importante analizar y evaluar lo que el mercado de consumidores está demandando en la actualidad. Además de saber producir, es importante definir qué es lo que queremos producir y que preferencias tienen los consumidores, para que al final de cuentas el producto elegido a establecer en el invernadero tenga la aceptación y gusto de los consumidores y se convierta en una actividad rentable para el productor.

4. Vías de comunicación.

Los accesos principales al proyecto de invernaderos, así como las carreteras y rutas de destino de la producción son factores importantes a considerar en el desplazamiento de los embarques de producto terminado. La distancia entre la finca donde se produce y el cliente final es un aspecto a considerar al momento de definir el tipo de transporte que vamos a utilizar en el desplazamiento del producto empacado

5. Disponibilidad de mano de obra

Se requieren 10 operarios para atender una hectárea de invernadero en el caso del cultivo de tomate bola cultivado en suelo, este requerimiento ya incluye la producción, cosecha y empaque del producto. El problema de la disponibilidad suficiente de mano de obra para la operación de proyectos de invernaderos ha limitado en algunas localidades el desarrollo de grandes parques de producción, por lo que siempre se tendrá presente evaluar este aspecto para definir la magnitud del proyecto a desarrollar.

8.- Importancia de los Factores Climáticos en la Producción de Tomate en Invernadero

El cultivo de tomate en invernadero se justifica cuando las condiciones de campo abierto no son favorables para producir y se tiene una buena ventana comercial en la localidad. Sin embargo, para obtener la mayor utilidad debemos ser eficientes en el control del clima dentro del invernadero, esto se consigue mediante una adecuada selección del lugar, tipo de invernadero y su tecnología.

El principal objetivo de la instalación del invernadero es controlar el micro-clima dentro del invernadero y controlar las plagas del cultivo del tomate. Un invernadero debe contar con lo indispensable para control del microclima para proveer a las plantas las condiciones lo más cerca posible a lo óptimo con el fin de obtener altos rendimientos con buena calidad del producto.

Dentro de las cuales se describen brevemente las más importantes:

Aprovechar luz solar

Con el uso de una cubierta de plástico adecuado se aprovecha la energía del sol para que la planta produzca alimento y mediante la fotosíntesis genere calor para incrementar la temperatura. Es importante cuidar tanto la luz que pasa por la cubierta para que la planta pueda fotosintetizar en forma adecuada.

Calefacción

El equipo de calefacción es para evitar heladas y preferentemente mantener la temperatura por encima de 10°C que es la temperatura en la cual la planta de detiene su crecimiento.

En México lo más común es utilizar gas butano debido a que la electricidad es muy costosa. Aun con el uso del gas, es necesario monitorear bien las temperaturas.

Humedad relativa

El control de la humedad relativa es de suma importancia y la óptima se encuentra entre el 50 y 60 %. Si la humedad relativa es menor puede haber abortos de flores y si es superior a la óptima se incrementa la posibilidad de presentar problemas por enfermedades causadas por hongos y bacterias.

Viento

La velocidad del viento puede destruir un invernadero, normalmente vientos por encima de 120 km/hr pueden provocar daños muy severos. Los invernaderos normalmente están diseñados para soportar vientos laterales, sin embargo, cuando se presentan torbellinos el peligro es mayor debido a que hace una succión levantando la cubierta para evitar esto se recomienda colocar barreras contra viento, vivas o artificiales.

Temperatura óptima para la producción de tomate

Para la producción de tomate se recomienda mantener temperaturas menores de 30 °C durante el día y mayores de 15 °C durante la noche. Si la temperatura es mayor que 30°C las plantas gradualmente disminuyen la producción potencial por problema en la polinización. Si la temperatura disminuye por abajo del 15°C, el rendimiento disminuye gradualmente en función del descenso y horas de baja temperatura.

En cualquier caso el aumento de la temperatura diurna es siempre más efectivo y más económico que el de la nocturna, con el empleo de pantallas térmicas se puede reducir las pérdidas de calor durante la noche.

Para el tomate las temperaturas óptimas según el ciclo de vida son los siguientes (Rodríguez *et al.*, 1997):

Temperaturas nocturnas	15-18°C
Temperaturas diurnas	24-25°C
Temperaturas ideal en la floración	21°C
Temperatura ideal para el desarrollo vegetativo	22-23°C
Temperaturas que paraliza su desarrollo vegetativo	12°C

Humedad relativa

La humedad del ambiente en un invernadero interviene en varios procesos.

- a) Amortiguamiento de los cambios de temperatura.
- b) Aumento o disminución de la transpiración
- c) Crecimiento de los tejidos
- d) Viabilidad del polen para obtener mayor porcentaje de fecundación del ovario de las flores.

e) Desarrollo de enfermedades

Conforme aumenta la humedad relativa del ambiente, será menor la evaporación y la transpiración de las plantas. A mayor temperatura, menor humedad relativa; a menor humedad relativa mayor consumo de agua. Humedad relativa por debajo de 50% ocasiona deshidratación del estigma y afecta negativamente la polinización.

Luz

En el tomate, la influencia de éste factor es menor que en otros cultivos, el nivel óptimo en intensidad de luz es intermedio, pero es conveniente que la luminosidad sea intensa cuando la planta está en producción (coloración de frutos), 12 horas diarias de luz es el mejor fotoperiodo: si es menor, el desarrollo es lento y si es mayor la síntesis de proteínas se dificulta y los hidratos de carbono se acumulan en exceso.

9.- Sistemas de Producción

Suelo directo. El suelo directo para siembra debe ser preferentemente profundo, las raíces del tomate se desarrollan a una profundidad de 60 cm. Con un 70% de ellas en los primeros 30 cm, es necesario que tenga buen drenaje, las raíces no toleran excesos de agua. Se recomienda camas de 60 cm de ancho y 40 cm de pasillo con una altura de 12-15 cm y una población de 2 - 2.5 plantas por metro cuadrado.

Incorporación de materia orgánica

La esterificación de una capa de estiércol o de materia orgánica de unos dos cm de espesor, incorporando el estiércol al suelo, recomienda 50 ton /ha. Con esto proporcionamos nutriente disponibles para la planta, restituyendo los elementos que tomó la planta y mejora la estructura del suelo.

El estiércol deberá haber pasado por un proceso de intemperización y esterilización para su adecuada incorporación al suelo ya que puede traer consigo esporas de hongos, nematodos, bacterias u otros patógenos. La incorporación de estiércol se debe hacer después de que se haya realizado el trabajo de preparación del suelo.

Primero hay que roturar el suelo para que al momento de la incorporación del estiércol éste se mezcle homogéneamente con el suelo.

Bolsas de polietileno – plástico: En este tipo de plantación se utilizan diferentes tipos de sustratos (tierra limo y peat most relación 4:1 y gravilla como drenaje), la bolsa actúa como contenedor y dependiendo de su capacidad será el tipo de hortaliza que se establezca, las cuales tienen orificios de salida lateral que sirve como drenaje y no permiten que las raíces entren en contacto con el suelo.

El sustrato deseable o ideal debe permitir el desarrollo radicular, una buena aireación, retención de humedad, bajo contenido de sales, estar libre de plagas, enfermedades y malezas, baja capacidad de intercambio catiónico. En sistemas cerrados como las bolsas se provoca la absorción de agua y nutrientes desde la rizófora al interior de la raíz y su posterior translocación hacia la parte aérea de la planta.

Las medidas que en general manejan las comercializadoras de este producto son:

- Bolsa Semillera 4x6 - 10x15 cm
- Bolsa Semillera 4x7- 10x17 cm
- Bolsa Semillera 4.5x6.5 - 11x16
- Bolsa Semillera 5x7 - 12x17cm
- Bolsa Semillera 5x9 - 12x22 cm
- Bolsa Semillera 6x9 - 15x22cm.

Los materiales utilizados como sustratos de preferencia deben ser materiales abundantes de la región y de bajo costo. El sustrato es todo material sólido que se utiliza en contenedores o bolsas solo o combinado, que permiten el desarrollo del sistema radicular y del cultivo. Las características deseadas en los sustratos son: porosidad lo que permite suministrar aire a la raíz a través de los espacios, baja o

nula capacidad de intercambio catiónico, retención de humedad y que no contenga sales o sustancias tóxicas.

Enarenado. Ideado en 1930 en Almería España, al tener los agricultores problemas de suelo y agua de pésima calidad. Utilizaron un método de siembra de cultivo denominado enarenado que consiste en aplicar una capa de 2 cm. de abono orgánico más una capa de 10 cm de arena lavada (partículas de 2-5 mm. de diámetro). Con reposiciones de arena cada 4 años.

La cobertura del suelo con la capa de arena, actúa como un acolchado permanente evitando la ascensión del agua por capilaridad y la evaporación en la superficie, esto propicia un menor contenido de humedad ambiental. Mejora la estabilidad térmica del suelo al ser la arena un intercambiador de energía que incrementa la temperatura del suelo. Favorece la movilidad y absorción de fertilizantes como fósforo aun en épocas frías. Obstaculiza la germinación de semillas y emergencia de malezas, al faltar un sustrato que permita que se arraiguen, pereciendo al no conseguir enraizar.

Canaleta con fibra de coco. Este sistema de canaletas consta de un contenedor donde se coloca el sustrato, otro contenedor que sirve como drenaje. Para tener un buen drenado se debe considerar una pendiente de 1.5% en el piso. Se utiliza los residuos del mesocarpio del fruto del cocotero que es molido y tamizado, es un sustrato inerte tiene ventajas de rehidratación rápida, es térmica y tiene una alta capacidad de enraizamiento con una relación agua-aire excelente.

Este sistema se recomienda para zonas con clima cálido, contenidos en canaletas de polipropileno donde circula la solución nutritiva y por medio del drenaje se puede reutilizar el excedente de riego, permiten que se desarrollen las raíces en todas direcciones. Se utilizan volúmenes de 6-7 lts por m² para soportar 3 plantas.

10.- MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO

El éxito de una siembra comercial de tomate bajo invernadero radica, en dar el primer paso en forma correcta, que es precisamente la producción de plántula de buena calidad.

El establecimiento del cultivo implica la selección de la variedad de tomate para invernadero, debe hacer con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles, pero no todas son apropiadas para la producción intensiva en invernaderos. En México no existen tradición en la producción intensiva de tomate en estos sistemas y mucho menos programas de Fitomejoramiento que estén generando variedades apropiadas para ello por lo que se tiene que hacer una continua evaluación de los materiales que comercialmente las empresas semilleras más importantes del mundo como: Peto Seed, Vilmorin, United Genetics, Hasera, Caloro, Sakata, US Agriseed entre otras, ya que esto permitirá contar con las ventajas que proporcionan, entre otras variedades o híbridos(Pérez y Castro 1999).

La siembra de tomate bajo invernadero es una actividad complicada que requiere de mucha atención, debido a que el costo de producción es mayor en comparación con campo abierto por lo que debemos entender que el material utilizado obtenga buen rendimiento, calidad y del gusto del cliente.

10.1 Producción de Plántula

Para el cultivo intensivo de tomate en invernadero se emplean plántulas. Hoy en día se ha generalizado el uso de charolas de poli estireno para la siembra, es el método más eficiente debido que es posible producir plántula en mayor cantidad (Lara, 1995).

Para llevar a cabo la producción de plántula es necesario contar con:

- Charolas de poli estireno o charolas germinativas.
- Sustratos.
- Invernadero o cobertizo.

Tomando en cuenta que la producción de las plántulas requiere utilizar diferentes sustratos por ejemplo:

Turba o peat mos.

La turba es un sustrato que se caracteriza por presentar una estructura mullida en la que el 95% del volumen está constituido por espacio porosos con alto contenido de materia orgánica, particularmente de tamaño intermedio; presenta excelente retención de humedad con efectos absorbentes como esponja, que puede llegar a ser hasta un 70% del volumen total. Presenta una alta porosidad, pero por las características de sus partículas, tienen drenaje relativamente deficiente, que dificulta la aireación. Es de densidad y peso bajo, de 0.03 a 0.18 gramos por centímetro cúbico, la densidad real de 1.5 gramos por centímetro cúbico, valor que se considera medio para los diferentes tipos de turbas.

Contiene pocos nutrientes, pero ayuda a retener los fertilizantes al dispersarlos gradualmente, su estabilidad es de media a alta. Presenta pH de 3.5 a 4.0, aunque puede llegar hasta 8.0. Tiene baja capacidad amortiguadora, elevada capacidad de intercambio catiónico y es fácil de mezclar con otros productos (Bastida, 2002).

La turba es un material bastante empleado en la producción de plántula y sistema hidropónicos. También se emplea como base de una serie de mezclas con otros materiales. Este es un producto importante en Canadá, Estados Unidos y Europa.

La preparación de la plántula en semillero tiene duración variable según el tamaño deseado. Si el cultivo va a tener un invernadero con calefacción tiene lógica demorar al máximo la plantación, pues es más barato calentar el semillero donde la densidad de plantas es mucho más alta, que en el invernadero en donde transcurrirá el ciclo.

En la producción de las plántulas los riegos son por micro aspersión, se efectúan 1 o 2 veces al día, según la demanda evaporativa y fertilización (a partir de los 15 días de la siembra) se basa en equilibrios tipo 1/1/1 de N/P205/K20, evitando los excesos de N para enternecer la planta. Con ese mismo fin, pueden emplearse retardadores del crecimiento (derivados de cobre o similares).

A los 30-35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12cm de altura) está en condiciones de trasplante al invernadero. Una buena planta debe tener una anchura igual o mayor que su altura (Wittwer y Honma, 1979).

10.2 Preparación de Terreno en Invernadero

En los invernaderos en que se cultiva tomate cada año, la preparación comenzará con la eliminación de los tallos y raíces de la cosecha anterior. Resulta esencial hacer desaparecer la mayor parte posible de los antiguos sistemas radiculares en esta etapa y que pueden ser portadoras de enfermedades contagiosas. El uso de maquinaria agrícola para la adecuada preparación del suelo y la oportunidad en que se realice la actividad, son factores trascendentales para un buen establecimiento y producción del cultivo.

Lo que se aconseja antes de toda plantación es el análisis previo del terreno que se pretende cultivar para así saber los niveles de nutrientes que existen y las mejoras que se pueden realizar.

Se recomienda que el suelo quede completamente mullido y desmenuzado para favorecer las subsecuentes labores culturales, como son la incorporación de materia

orgánica, el riego y la aplicación de desinfectantes químicos para una buena penetración uniforme a capas profundas del suelo

La preparación del terreno debe complementar las siguientes labores aquí descritas:

- Barbecho: es un practica que permite formar una buena cama de siembra, la profundidad deber ser mayor a 25 cm para que pueda cumplir con su función de aflojar, romper la capa arable, incorporar al suelo los residuos de la cosecha anterior, favorecer la aireación donde se desarrollan la raíces del cultivo, desenterrar y exponer al sol las semillas de las malezas, larvas y huevos de plagas del suelo, si con el primer barbecho el suelo quedo con terrenos compactados es necesario dar un paso en sentido perpendicular para lograr un mejor cama de siembra.
- Rastreo. Esta práctica permite desmenuzar los terrones que quedan después del barbecho, se hace dos semanas después de realizar este, puede eliminar las primeras generaciones de maleza y facilitar el trasplante normalmente es necesario dar una rastra cruzada para lograr el objetivo.
- Nivelación. Es conveniente nivelar el terreno o por lo menos emparejarlo para lograr una buena distribución del agua y para hacer un buen trazo de riego, esta labor se puede hacer con niveladora o con un cuadro construido con algún material pesado.

10.3 Época de siembra

La siembra está determinada por los ciclos de cultivo que se encuentran ya establecidos. Primavera – verano (P-V) y otoño- invierno (O-I), quedando la decisión de adelantar, atrasar o se deja la siembra en la etapa normal de desarrollo, corresponde al productor.

10.4 Pre-trasplante

Fertilización de base (una semana antes de trasplante). La fertilización de base debe realizarse al momento de hacer las camas del cultivo. Es importante agregar al menos un 50 % de total de fósforo, 20% del nitrógeno total y 30% de potasio. El resto se distribuye durante el ciclo del cultivo.

Riego pre-trasplante (24 horas antes del trasplante). Se aplica un riego pesado aproximadamente 8 a 12 horas para humedecer bien aproximadamente 30cm de profundidad del suelo, esta práctica ayudara a que los riegos después del trasplante sean de una hora diaria para reponer el agua evaporada.

Preparación de hoyos. Se recomienda hacer los hoyos al menos un día antes del trasplante, con esto podemos dedicar el tiempo completo a trasplantar. Esta actividad se realiza empleando estacas a la medida de la cavidad del cepellón y a una profundidad ligeramente superior al cepellón. La clave para hacer los hoyos en forma correcta es que el suelo contenga suficiente humedad.

10.5 Trasplante

El establecimiento del cultivo de tomate, se realizara cuando se hayan llevado a cabo una serie de preparativos enfocados a iniciar el ciclo de producción en el invernadero con éxito.

Se recomienda realizar el trasplante por la mañana temprano o por la tarde y recoger todas las charolas vacías que se utilizaron y lavarlas con algún desinfectante antes de guardarlas para el siguiente año.

La densidad de plantación dependerá del desarrollo vegetativo, el cual puede estar influido principalmente por el cultivar elegido, sus características de crecimiento indeterminado. La posibilidad de mecanización de las labores culturales, es también determinar de la disposición y densidad de las plantas.

En invernaderos (Rodríguez *et al.*, 1984) las densidades más usuales, oscilan entre 2.2 y 2.5 plantas por metro cuadrado.

11.- Riego

Se considera la aplicación de agua al suelo, en zonas más o menos restringidas al volumen radicular, dentro del cual se encuentran el riego por goteo, mini aspersion y difusores.

Manejo del riego.

El riego en el tomate, juega un papel fundamental en la determinación de los rendimientos y calidad del fruto. Un adecuado suministro hídrico implica que las cantidades proporcionadas, deben estar de acuerdo a las necesidades reales del cultivo de manera de obtener un apropiado desarrollo vegetativo y reproductivo, permitiendo a la planta soportar mejor las inclemencias del medio ambiente debido al vigor.

La facilidad de manejo, posibilidad de fertirregar y la mayor eficiencia del uso de agua (especialmente importante en zonas donde el agua de riego es cara y escasa). Están promoviendo la expansión de sistemas de riego localizado de alta frecuencia.

La idónea programación del riego para obtención de resultados satisfactorios en el cultivo intensivo de tomate, implica de terminar la frecuencia de riegos (¿Cuánto regar?) y la cantidad de agua a aplicar.

Los suelos difieren en la habilidad para retener la humedad después de un riego. El agua que el suelo retiene y que está disponible para la planta se le denomina humedad disponible o aprovechada.

Suelos pesados, tales como los arcillosos, retienen mayor cantidad de agua de riego, por lo que se tienen que dar riegos pesados pero menos frecuentes. Por ejemplo se pueden dar dos riegos por día de períodos de 15 minutos al inicio del ciclo primeras dos semanas después del trasplante, incrementando a 3 riegos de 20 minutos cada uno hasta la floración, después de la floración se incrementa a 3 riegos de 26 minutos, equivalente a 1.6 litros por planta por día.

Suelos ligeros tales como los arenosos o limo- arenosos tienen poca agua de riego, por lo que dar riegos ligeros pero frecuentes. Por ejemplo se pueden dar tres riegos por día de periodos de 10 minutos al inicio de los ciclos las primeras dos semanas después del transplante. Incrementa a 6 riegos Cada uno hasta la floración, después de la floración, se incrementa a 8 riegos de 10 minutos, equivalente a 1.6 litros por planta por día. Esto considerando que la temperatura es elevada (> 20 °C) con buena carga de fruta. Se acostumbra colocar doble cintilla de riego, cuando esto sucede, el tiempo de riego es a la mitad.

Alternativas al uso de cintas en el riego.

El riego tecnificado ha tenido un incremento significativo en la eficiencia de los sistemas de producción de tomate en invernadero. Esto se debe principalmente al aumento de la eficiencia en el uso de fertilizantes y una disminución de la mano de obra.

Sin embargo, estos sistemas de riego también poseen algunos costos que el agricultor debe tratar de disminuir. Uno de estos es el cambio de cintas de riego cada dos temporadas.

12.- Prácticas Culturales en Invernadero

En el sistema de producción de tomate en invernadero se pretende lograr altos rendimientos por unidad de superficie, a través del control de gran parte de los factores, como son medio ambiente (luz, temperatura, humedad relativa, ventilación, entre otros), nutrición, sistemas de riego, potencial genético de la planta, etc., además de las labores agronómicas. Con un buen manejo en estos aspectos, se puede colaborar en gran medida a un control en el invernadero.

Poda de Formación. Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son cultivadas mayoritariamente 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 suelo.

Podas

Hojas. En el sistema de producción intensiva de tomate, la poda de hojas es obligada. De no realizarse esa práctica, se genera un microambiente de alta humedad relativa en la parte inferior de las plantas, es propio para el desarrollo del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y *Botrytis* (*Botrytis cinérea*) y por otra parte disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de los frutos (Pérez y Castro, 1999).

Deshoje.

Cuando el primer racimo haya alcanzado el tamaño definitivo según lo especificado de la variedad, es necesario eliminar las hojas senescentes o viejas con el objeto de mejorar el color de los frutos, así como las hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo o fuente de infección.

El deshoje deberá realizarse con las mayores medidas de asepsia usando tijeras desinfectadas con alcohol al 70% o con una solución de Hipoclorito de sodio al 2%.

Brote lateral. Las plantas de crecimiento indeterminado se caracterizan por su largo ciclo de vida y por qué de que cada uno de sus brotes se origina a una nueva planta también de crecimiento indeterminado. El problema de dejar desarrollar todos los brotes es la gran competencia que se genera, al interior de la planta, por agua, luz y nutrientes. Para que esto no suceda, las plantas se pueden podar a uno, dos o tres tallos, siendo estos los que van a desarrollar los frutos. Si dejamos a la planta a un solo tallo, los brotes laterales que van apareciendo se van eliminando; es recomendable la poda semanal o cuando los brotes tienen de 5 a 10 cm de longitud. Las heridas causadas por la poda se deben desinfectar con algún fungicida en solución concentrada o en forma de pasta. O bien, cuando son superficies extensas, se pueden hacer una aplicación de fungicidas foliar después de terminar la poda (Gil y Miranda, 2000).

Brote apical. Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta, porque el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por lo tanto, es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas por arriba del último racimo floral (Pérez y Castro, 1999).

Al mismo tiempo que se hacen las podas, se realiza el entutorado de las plantas, para lo cual se usa un hilo de polipropeno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta y de otro a un alambre situado en la altura por encima de la planta (3.5 m sobre el suelo o menos según lo permita el diseño del invernadero). Conforme la planta va creciendo se va enredando o sujetando al hilo tutor mediante anillos, hasta que la planta alcance el alambre. A partir eso existen tres opciones.

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual con lleva a un costo adicional en mano de obra. Este sistema comprende la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de ganchos”, que consiste en colocar los ganchos con hilo enrollando alrededor de ellas para ir dejando caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante anillos. De esta forma la planta va a desarrollarse hacia arriba, recibiendo el máximo de iluminación,

por lo que índice en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

- Dejar que la planta crezca cayendo por gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente.

Salas Sanjuán *et al* 2000., establecen que se trata de una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Colaborando a lo anterior (Infoagro 2011) todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades

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.

De forma general se pueden distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados y el aclareo selectivo que tiene lugar sobre los frutos que reúnen determinadas condiciones, independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tiene reducido calibre.

13.- Polinización

El desarrollo de buenos frutos en tamaño y calidad requiere de un proceso sexual exitoso dentro de la flor de tomate. La exitosa transferencia de polen viable desde las anteras (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte de los órganos femeninos) y la subsecuente fertilización de los óvulos y el desarrollo de los frutos, son afectados por el ambiente de la planta y por la características genéticas de las partes de la flor.

La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13-24°C y cuando la temperatura del día es de 15.5 a 32°C. Temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche, provocan que las flores caigan sin tener fruto.

La polinización se lleva a cabo con un vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días, para asegurar la polinización (Jones, 1999).

La polinización biológica en tomate tiene relevancia y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta después del trasplante. La especie comercial que se utiliza es *Bombus terrestris* a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000).

Durante los últimos años los estudios realizados sobre el empleo de polinizadores naturales, confirman una notable diferencia cuantitativa y cualitativa en cuanto a la producción y calidad del fruto obtenido.

14.- Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Tomate.

El tomate debe recibir una nutrición adecuada de los elementos esenciales de N, P, K para producir un cultivo uniforme, de alto rendimiento y alta calidad.

Nitrogeno (N)

El tomate es una planta que absorbe el nitrógeno en forma nítrica (NO_3) llevándolo a las hojas vía xilema para incorporación a cadenas carbonadas para la consecuente formación de aminoácidos y proteínas.

Fosforo (P)

Participa en la acumulación y transferencia de energía, estimula la brotación de los meristemos de toda la planta y en especial de raíces, promueve la formación de semillas y aporta energía durante la fotosíntesis y transporte de carbohidratos.

Potasio (K)

Es el nutriente más importante en la nutrición, tanto en cantidad como en calidad de la producción, tiene tres funciones claves en las plantas.

- La activación de más de 60 complejos enzimáticos
- La regulación de la apertura y cierre de los estomas.
- El transporte de carbohidratos desde las hojas a los frutos y en la síntesis de proteínas.

El tomate es una de las especies más exigentes en este elemento, durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo. Aspectos tan importantes como la firmeza, el color, la vida de anaquel y el sabor están directamente influenciados por los valores de potasio en la solución.

Calcio (Ca)

Uno de los principales problemas de la producción de tomate es la pudrición apical del fruto que generalmente está asociada con deficiencia de calcio, ya que al presentarse altas temperaturas se produce una alta demanda de calcio por parte del fruto, por lo que es pertinente mantener una nutrición adecuada de este elemento a fin de evitar pérdida de frutos y disminución del rendimiento.

Magnesio (Mg)

El magnesio ocupa la posición central de la molécula de clorofila, que es el pigmento verde que utilizando la energía solar, interviene en la formación de células y tejidos que constituyen la materia orgánica de la planta, de tal manera, que sin suficiente magnesio se paraliza o retrasa el crecimiento y desarrollo.

Azufre (S)

Es absorbido por las plantas en forma de sulfato y debe ser reducido antes de poder ser incorporado en componentes orgánicos. Su función más importante es la participación en la estructura de las proteínas formando parte de los aminoácidos azufrados.

Microelementos

Entre los más importantes en la nutrición del tomate se encuentran, el hierro que juega un papel primordial en la coloración de los frutos y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

15.- Fertirriego

El método de fertirriego es la combinación de agua de riego con los fertilizantes.

Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes y permite obtener mayores rendimientos y mejor calidad, teniendo un mínimo riegos al medio ambiente.

El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme solo al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. Para programar el fertirriego se debe conocer la demanda de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo.

Ventajas:

- Los nutrientes son aplicados en forma uniforme y única a la zona radicular
- Optimización de los fertilizantes
- Alta eficiencia.
- Reduce el potencial de contaminación de agua subterránea.
- 1Permite adecuar la cantidad así como la concentración de los nutrientes, de acuerdo a la demanda durante las diferentes etapas fenológicas.

Desventajas:

- Requiere de un nivel técnico avanzado, en cuanto al manejo de fertilizantes y su aplicación.

En sistemas intensivos, como invernaderos o sustratos artificiales la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). En

caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego.

Distribución de fertilizantes en los tanques.

Generalmente se utilizan de tres a cuatro tanques para preparar soluciones nutritivas concentradas. El tanque 1 se utiliza para disolver nitratos, el 2 para sulfatos, el 3 para micronutrientes y el 4 para ácido nítrico. De esta forma es posible regar con agua acidulada en forma independiente, para limpiar los goteros después de cada riego.

La separación de los fertilizantes se rige en el criterio de riego no mezclar calcio con sulfatos o fosfatos.

16.- MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Uno de los principales factores a considerar en el proceso productivo de hortalizas en invernadero es el fitosanitario.

Las medidas fitosanitarias se ubican en dos grupos, las preventivas y las curativas. Las primeras consisten en evitar que los organismos lleguen al cultivo; para ello, es crucial la colocación de mallas “antiafidos” de (25x40) el uso del tapete fitosanitario, el ingreso al invernadero, exclusivamente de personal autorizado, el uso de batas y botas y la colocación de trampas amarillas. Con estas medidas se puede reducir significativamente la introducción de plagas en el cultivo.

16.1 Principales Plagas

Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Bemisia tabaci es una especie polífaga asociada a más de 300 especies de plantas de 63 familias botánicas (incluyendo ornamentales, malezas y cultivos hortícolas). En el caso de *B. argentifolii* se han encontrado asociadas a más de 600 especies de plantas y tiene una amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, así como en cultivos protegidos de regiones templadas (King y Saunders, 1984).

Daños

Los daños causados por las moscas blancas se dividen en directos e indirectos. El daño se debe a que tanto las larvas como adultos de la mosca blanca se alimentan de savia, al succionar la planta para obtener las cantidades de proteínas que necesitan. Las hojas se pueden debilitar e incluso caerse. La planta en general se debilita y el crecimiento y desarrollo se reducen. Otro daño directo es la maduración desuniforme provocada por la presencia de un gran número de *Bemisia tabaci* en tomate.

Manejo.

En invernadero se puede realizar varias medidas para reducir incidencia de mosquita blanca.

- Antes de plantar se deben eliminar las malas hierbas preferencias por la mosquita blanca, como es el caso de diente de león y gigantón
- El manejo en almacigo es muy importante, de tal forma que se asegure plantas sanas, por lo cual se sugiere cubrir las charolas con tela de organza y colocar trampas amarillas impregnados con pegamento.

Existen, actualmente, una gran cantidad de insecticidas para mosquita blanca de tomate, mismo que se pueden dividir como convencionales.

Control químico

Para su control es recomendable realizar los tratamientos químicos en cuanto se observen los primeros individuos, se debe pulverizarse muy bien el envés de las hojas que es donde se asientan. Las materias activas constituyentes de la composición de los productos sugeridos debe ser alguna de las siguientes: Cloronicotinilos, Piretroides, Repelentes de origen natural.

Adulticidas:

- Jabones agrícolas
- Piretrinas naturales + Peperonil butóxido (PYRENONE, PYBUTRIN, PRETH-IT) residual para benéficos.
- Piridaben (SUNMITE) Tiene efecto negativo en benéficos pero también corta la residualidad. Se usa solo en casos especiales.
- Thiamethoman (ACATARA) solo vía riego.
- Oxamyl (Vydate) sólo vía riego y en ciertos casos. Este producto es muy agresivo a la raíz.

Extractos de plantas:

Extractos de ajo y sistema de alomonas (BIOCRACK).

Control mecánico.

- Mantener un programa de mantenimiento de los plásticos continuamente encontrando y reparando roturas antes de que representen una puerta de entrada a plagas.
- Usar trampas grandes amarillas en las entradas de los invernaderos.
- Usar bandas plásticas amarillas con pegamento en las áreas de más incidencia de mosca y en las capillas de los invernaderos cerca de las ventanillas, siempre a una altura por encima del cultivo.
- Usar plástico amarillo con pegamento en los carritos de trabajo.

Control biológico

Existen varios enemigos naturales que pueden emplearse en programas de manejo integrado como son las avispas parasitoides Eretmocerus, Californicus.

Paratrioza (*bactericera cockerelli*)

Este insecto ha cobrado gran importancia en diversas hortalizas entre las que se encuentra tomate, chile, papa entre otras. Las plantas infestadas presentan secreciones cerosas a manera de sal, por lo que a esta plaga se le conoce como salerillo.

Daños

La Paratrioza es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas hospederas y puede ocasionar dos tipos de daños:

1. Daño directo: Es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas. Ésta ocasiona amarillamiento y debilita las plantas, debido a lo cual se afecta el rendimiento, la calidad de frutos y tubérculos.
2. Daño indirecto: Se considera más importante que el directo, ya que es ocasionado por fitoplasmas y bacterias, ambos son transmitidos tanto por las ninfas como por adultos. Estos fitoplasmas son los responsables de las enfermedades conocidas comúnmente como la punta morada de la papa en dicho cultivo y del permanente del tomate en el cultivo de tomate.

Manejo

Control químico

Aplicaciones de insecticidas sistémicos como demento, dimethoato y phorate han resultado efectivos, sin embargo, se han observado que existen otros productos con buena eficiencia, los que se encuentran Imidacloprid, Pymetrozine, Piriproxifen, Metomilo e Imidacloprid + Ciflutrin.

Control cultural

Para esta plaga puede dar buenos resultados si y solo si se realiza en el momento adecuado. Esto significa que para poder anticipar a un rápido crecimiento poblacional de la plaga, y por lo tanto una posible diseminación del permanente del tomate, se necesita establecer un sistema de monitoreo muy preciso.

Control mecánico

El deshoje acompañado de un monitoreo, de un recorrido por todo el invernadero; son la en donde se ha encontrado su excremento, así como las siguientes tres hojas superiores donde están contenidas las pupas y huevecillos. Solamente se debe tener cuidados en colocar todo el material infestado dentro de bolsas de plástico para después enterrarlas o incinerarlas fuera y lejos del invernadero.

Control biológico

Entomopatógenos:

- *Verticillium lecanii*
- *Beauveria bassiana*
- *Entomophthora virulenta*.

Trips (*Thrips tabaci*)

Los trips son el grupo de insectos alados más pequeños del mundo. Se conocen unas 5,000 especies. Los trópicos son los más ricos en diversidad y la gran mayoría de las especies de trips son inofensivas a la agricultura. Solo unas cuantas docenas de especies están catalogadas como dañinas y casi todas pertenecen a la familia de Thripidae. La palabra “trips” sirve para el plural y el singular.

Daños

Los daños causados por trips son bastante importantes sobre todo en flores de tomate. En flores los trips pueden causar deformaciones y daños estéticos que hacen sean invendibles.

En tomate pueden transmitir el virus de la marchitez manchada TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus). Especialmente *Frankliniella* es trasmisor de TSWV y además del virus INSV (Impatiens Necrotic Spoy Virus). Cabe señalar que las larvas y los adultos infectados pueden transmitir el virus, pero sólo las larvas del primer instar pueden infectarse.

Manejo

Control químico

Reguladores de crecimiento: Azadirachtina (NEEMIX, etc.)

Adulticidas:

- Spinosad (TRACER/SPINTOR) daña a benéficos pero con baja residualidad excepto para *Orius*.
- Jabones agrícolas (M-PEDE) muy bajo efecto cuando hay flores.
- Thiamethoxam (ACTARA).

Extractos de plantas:

- Extracto de ajo y sistema de alomonas (BIOCRACK)

Control mecánico

- Usar mallas anti-trips.
- Mantener un programa de mantenimiento de los plásticos para estar continuamente encontrando y reparando roturas antes de que representen una puerta de entrada a plagas.

Control biológico

Koppert tiene principalmente dos depredadores para el control de trips: el ácaro *Amblyseius cucumeris* y la chiche *Orius insidiosus*.

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

La araña roja tiene cinco estadios de desarrollo denominados huevo, larva, primer estadio ninfal (protoninfa), segundo estadio ninfal (deutoninfa) y adulto.

Daños

La araña roja extrae el contenido celular de hojas, tallos y frutos y usualmente comienza su ataque cerca del suelo. El progreso de esta plaga se manifiesta de abajo hacia arriba dejando las hojas inferiores secas y dando a la planta una apariencia desagradable. El color de los tallos y hojas frecuentemente llega a ser bronceado o rojizo.

En el ataque de la araña roja el síntoma más común son los puntos decolorados (clorosis), manchas amarillas o pardas en las hojas las cuales presentan una zona amarillenta en el haz que se corresponde con la existencia de colonias en el envés. Además las ninfas y los adultos pueden llegar a cubrir por completo a las plantas con la tela que producen dañando el aspecto del cultivo.

Manejo

Control químico

- Óxido de Fenbutatin
- Clafentezine o Jabones (Bio-J, Impide, Safer)
- Extractos de plantas: Azadirachtina (Neemix, Neem Gil extract), regulador de crecimiento con poca persistencia.
- Piretrinas naturales (Pyrenol, Pibutrin) Insecticida con poca persistencia.

Control cultural

- Control de humedad relativa: mediante la implementación de acciones encaminadas a elevar la humedad ya que *Tetranychus urticae* se desarrolla mejor a bajas humedades.
- Prevenir el acarreo y diseminación de la araña roja: mediante la señalización de las plantas infestadas para evitar que el personal contribuya a su dispersión mientras realiza sus labores dentro del cultivo.

Control biológico

Depredadores: *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, *Scolothrips sexmaculatus*, *Chrysoperla carnea*.

Parasitoides: *Feltiella acarisuga*

Entomopatógenos: *Beauveria bassiana*.

Ácaro Dorado (*Aculops Lycopersici*)

El ácaro bronceador de tomate a *Aculops lycopersici* es opolita en cuanto a su distribución ya que está presente donde se cultivan solanáceas.

Daños

La epidermis del tallo presenta un bronceado que avanza progresivamente hacia las ramas; a su vez, las hojas inferiores se tornan amarillentas y se marchitan. En esta etapa el daño puede confundirse con enfermedades fungosas, pero en el caso del ácaro tostador.

A medida que el daño avanza el tallo se agrieta, mostrando rajaduras longitudinales, las plantas sufren retraso en su crecimiento y las flores se caen prematuramente mermando la producción hasta que posteriormente solo hojas permanecen verdes.

Los frutos solo son afectados cuando las infestaciones son muy altas, presentado un bronceado de la epidermis y rajaduras semejantes a las del tallo, afectando tanto a

fruta inmadura como madura; además de que, al perder las plantas la mayoría de las hojas, los frutos ya formados sur el sol.

Manejo

Control químico

Algunos de los productos que se presenta una buena eficiencia para el control de esta plaga son: Abamectina, dicofol, cyhexatin, azocyclotin, sulprofos.

Cultural

El control de malezas en la periferia del invernadero es importante para eliminar focos de infestación, sobre todo aquellos que son hospedantes de *A. Lycopersici* (principalmente solanáceas silvestres).los residuos del cultivo deben destruirse (Cermeli, *et al.*, 1982).

Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*)

Económicamente este insecto representa una de las plagas más importantes en el cultivo de tomate ya que sus altas poblaciones pueden ocasionar en la planta fuertes defoliaciones y provocar que los frutos se vean afectados por quemaduras por el sol. El minador de la hoja es una plaga que se encuentra distribuida en todas las zonas productoras de hortalizas en México.

Daños

Las larvas crean perforaciones de gran tamaño en las hojas, el tallo, los brotes superiores y los frutos verdes y maduros, llegando a provocar pérdidas de hasta el 100% de la cosecha. Las larvas se alimentan de todas las partes de la planta del tomate durante cualquier etapa de su crecimiento.

Manejo

Control químico

A pesar de que esta plaga, por lo regular, no se le considera de importancia en invernadero, en ocasiones se presenta las condiciones adecuadas para que se desarrollen altas poblaciones de este insecto. Los insecticidas idóneos para su control son productos a base de Avancinas y Ciromacyna.

Control cultural

La eliminación de follaje del primer tercio de la planta reduce la población de pupas y larvas de minador. También evitar tener innecesariamente abierta la puerta del invernadero.

Gusano soldado (*Spodoptera exigua*).

En términos de economía es una plaga distribuida desde Estados Unidos de Norte América hasta América del Sur, son hospedantes importantes la mayoría de los cultivos y algunas malezas. Se comporta como defolia y ataca frutos, por tanto al afectar al cultivo está afectando a la economía de los agricultores.

Los daños son causados por las larvas de cualquier edad, la hembra deposita los huevos en plantones en el envés y sobre las hojas bajas muy cerca del suelo, los protege con escamas del abdomen.

Manejo

Control químico

Para esta plaga, se destacan los insecticidas como Indozacarb, Benzoato de Abamectina, Clorfenapyr, Piretroides y otros de origen biológico (Fig.38) cuyos ingredientes activos son Spinosad y *Bacillus thuringiensis* (Solórzano O. E *et al.*, 2009).

Control cultural

Lo que involucra una adecuada preparación del suelo, mediante barbechos y rastreos para exponer a las pupas invernantes que están enterradas en el suelo para que estas se deshidraten por el sol y los pájaros para que se las coman. También es muy importante mantener los predios limpios de malezas, porque éste es un insecto polífago.

Gusano del fruto (*Heliothis Zea*).

Las palomillas de *H. Zea* presentan dos manchas oscuras cerca del ápice de las alas anteriores; las larvas de esta especie pueden variar en coloración.

Daños

El daño más importante es causado por la larva, la cual en presencia de frutos de tomate que penetra inmediatamente a estos. Normalmente se encuentra una larva por fruto debido al hábito canibalístico que tiene. El principal daño se debe las cavidades que produce en los frutos, dejando abundantes heces fecales y restos de exuvia, lo que facilita la entrada de microorganismos (hongos y bacterias), y de larvas de dípteros, que son los causantes de las pudriciones acuosas de los frutos.

Manejo

Control químico

El control se debe iniciar antes de que las larvas penetren los frutos y/o sus estructuras, ya que si lo hacen es más difícil poner en contacto el insecticida con la plaga, o bien contaminar el alimento que ingiere la larva una vez que penetra. Algunos de los insecticidas autorizados por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) en México y por la Environmental Protection Agency (EPA) en Estados Unidos, registrados para aplicarse en tomate y chile contra larvas de *S. exigua* son: permetrina, clorpirifos y metomilo, todos ellos son tóxicos, en distinto grado, para la fauna benéfica.

En estudios realizados en el valle de Culiacán, Sinaloa, durante la temporada hortícola 2007-2008, se redujo a menos del 1.0% el daño causado por *Heliothis spp* en frutos de tomate, donde se hicieron mezclas con rotación de los insecticidas siguientes: endosulfan, permetrina, clorpirifos, esfenvalerato, metamidofos.

Control cultural

La eliminación de quelites y pastos dentro del invernadero es una medida que ayuda a disminuir el riesgo por el daño de *H. Zea*, también se pueden usar trampas de la luz negra para capturar palomillas, esta deberá ubicarse al centro y por encima del cultivo.

Control biológico

Como parasitoides de *Heliothis spp* se reportan los himenópteros *Trichograma minutum* y *T. Pretiosum* (*Trichogrammatidae*) que atacan huevecillos; mientras que de larvas destacan *Cardiochiles croceipes*, *Meteorus autographae*, *Apanteles marginiventris*, *Bracon platynotae*, *Pristomerus spinator*, *Microplitis croceipes* (*Braconidae*), *Euplectrus sp.*

Un control efectivo contra larvas de gusano del fruto se puede lograr con productos comerciales a base de *B. thuringiensis* aplicados oportunamente, los cuales causan de 40 a 60% de mortalidad de larvas y no interfieren con la acción de enemigos naturales.

16.2 Principales Enfermedades

Pudriciones Radiculares y Ahogamiento: (*phytium sp. Rhizoctonia solani* y *fusarium spp.*)

Los patógenos causantes de este enfermedad, generalmente habitante en todos los suelos agrícolas, por lo que los detectamos en todas las zonas productoras del país. El ahogamiento es común en tomates en climas templados y tropicales en el mundo. La enfermedad afecta semillas y plántulas en semilleros y almácigos de diversos cultivos

Síntomas

Se consideran dos tipos de síntomas.

- Uno ocurre en la germinación, a causa de la pudrición de la semilla, donde es común encontrar a *phytium sp. Rhizoctonia solani*. Puede encontrarse semillas que germinen pero las plantas no emergen del suelo (Damping-off preemergente).
- El segundo tipo ocurre cuando las plántulas recién emergidas del suelo se marchitan rápido debido a la producción de los tejidos del cuello de la raíz y presente un estrangulamiento en esa zona (*Rhizoctonia solani*) y en ocasiones, se observa una coloración negruzca del cuello.

Los síntomas de ahogamiento se pueden confundir con daños causados por excesiva fertilización, altos niveles de sales solubles, estrés por agua o abiótico, como calor excesivo, frío, gases o plaguicidas. Sin embargo los síntomas de daño debidos a causas abióticas son aparente sobre las hojas, antes de que el daño ocurra en la raíz.

Daños

Los daños causados más severos son en almácigos sombreados, con alta población de las plantas y exceso de humedad; en tomate las perdidas pueden ser hasta del 20 al 50% en el caso de siembra directa (Mendoza y Pinto, 1985).

Manejo

El suelo debe tratarse, lo cual puede ser a través de la pasteurización con vapor, manteniendo una temperatura de 71°C por 30 min. Las charolas de rehusó deben tratarse también con agua caliente o vapor a la misma temperatura y por el mismo tiempo o con una solución de hipoclorito de sodio al 10% por 30 min. Los trabajadores deben limpiarse bien las manos antes de manipular las plantas sanas.

Un tratamiento a la semilla con fumigación y una siembra poco profunda asegura la germinación. El lugar donde se mantenga las charolas germinadoras debe permanecer a temperatura moderada para promover la germinación de la semilla crecimiento de plántula. Adecuada circulación de aire, luz y ventilación deben proporcionarse. De preferencia, el riego debe realizarse por la mañana.

Si se presenta *Phytium* sp o *Phytophthora* se deberá aplicar al suelo metalaxyl (Ridomil 4E o Ridomil5 G. es importante una buena nivelación del terreno, rotación de cultivos, evitar exceso de humedad, usar suelos con buen drenaje y fertilización baja de nitrógeno.

Tizón tardío (*phytophthora infesta*).

El patógeno *phytophthora infesta* ocasiona el síntoma conocido como tizón tardío en tomate. Cuando no se controla oportunamente llega a ocasionar la pérdida total del cultivo. Se encuentra distribuido en todo el mundo y en México se presenta en las áreas de cultivo de tomate, cuando las condiciones son las apropiadas.

Daños

Las hojas de tomate, presentan manchas pardas irregulares y si las condiciones ambientales son húmedas, en los márgenes de la lesión en el envés se observa un algodóncillo fino blanco grisáceo compuesto por esporangioforos y esporangios de este oomiceto. A medida que la infección avanza la mancha ennegrece. Varias manchas se unen para formar otras más grandes que cubren casi toda la hoja, la cual luego muere.

Cuando los tallos son infectados, se pudren y mueren. El desarrollo de la enfermedad es más rápido cuando se presenta periodos frescos, lluviosos y húmedos en las mañanas, seguidos de periodos más cálidos.

Se observan como defoliación, tallos quebrados, pudriciones de frutos en campo y almacén lo cual disminuye la calidad y cantidad de la cosecha hasta en 100% bajo condiciones favorables del patógeno.

Manejo

Sembrar plántulas de tomate sanas o emplear planta certificada, destruir residuos y hospederos silvestres, practicar la rotación de cultivos, evitar sembrar papa cerca del tomate, utilizar una menor densidad población, destruir plantas voluntarios y sembrar variedades tolerantes.

Sembrar variedades susceptibles, es necesario seguir un calendario de aspersiones preventivas con fungicidas de contacto como manzoceb, Clorotalonil, Folpet, Difolatan, captan, Zineb y fumigación derivados del cobre; también se recomienda usar mezclas de estos. De los fungicidas curativos o sistémicos se recomiendan el Ridomil Bravo, Ridomil Cobre, Ridomil MZ, Ricoil, Tadoo, Curzate, Melody, entre los más comunes del mercado.

Tizón temprano (*Alternaría solani*).

Conidios café oscuros simples cortos o alargados, muriformes con pocas septas longitudinales, claviforme, elípticos, conicoalargados con el pico o ápice, muy largo y filiforme simple o ramificado, no se forma en cadena (Romero, 1988).

Síntomas

La enfermedad se presenta en hojas, tallos y frutos. Aparece en cualquier época de desarrollo del cultivo; cuando ataca en estado de plántula, estas presente una pudrición del cuello en el tallo, al nivel del suelo.

Si se presente en plantas desarrollas, las hojas atacadas aparecen inicialmente con manchas circulares o angulares de color café oscuro a negro, las cuales aumentan

de tamaño y forma anillos concéntricos, dándole a la lesión una apariencia características, las manchas pueden coalescer y dañar toda la hoja. Las hojas atacadas se tornan amarillas y se caen. Si el ataque es severo, se defolia toda la planta, lo que además de debilitar deja los frutos expuestos a quemaduras de sol; por lo general, el ataque inicia en las hojas.

En los tallos y ramas, se presentan lesiones ovales o circulares oscuras alargadas y también con anillos concéntricos, que en ocasiones los circundan, lo que debilita las ramas y por el peso de los frutos las lleva a romper.

En los frutos aparecen lesiones ovales o circulares y hundidas, con anillos concéntricos y generalmente en la base del fruto (pedúnculo) o en los lados de este; esta pudrición tiene aspecto seco y sobre ella se nota la esporulación del hongo en forma de un terciopelo negro.

Daños

Depende de la susceptibilidad de la planta y de las condiciones de humedad ambiental; pero en algunas regiones ha llegado a ocasionar pérdidas hasta de 30% en condiciones favorables para su desarrollo. La enfermedad es más grave durante la fructificación.

Manejo

Uso de variedades tolerantes (Floradle, Manalucie e Inmokalee), y a través de aspersiones de productos químicos en forma preventiva como el Maneb, Zineb, Mancozeb, Captafol, Curzate M8, Cupravit Mix, Dyrene, Daconil, Bravo 720, Bravo CM, Retador a Bala y Rovral entre otros. En almácigos, se debe desinfectar el suelo con calor o con algún fumigante y no trasplantar plántulas con síntomas de la enfermedad (Mendoza, 2000).

Cenicilla del tomate (*Liveillula taurica*).

La cenicilla del tomate se describió por primera vez en México hace 20 años en el estado de Sinaloa. Actualmente se encuentra bien distribuida en regiones tomateras del país.

La cenicilla es un problema serio en regiones de cultivo calientes áridas y semiáridas. Esta ampliamente reportada en Asia, África, el Mediterráneo y Norte América. Afecta chile, tomate, berenjena, papa, zanahorias, cebolla, alfalfa, alcachofa y algunas otras especies de leguminosos, malváceas y euforbiáceas (Sánchez, 1991).

Síntomas

Los primeros síntomas son lesiones de color verde amarillentas, en el haz de las hojas. Finalmente, aparece una leve esporulación polvorienta en el envés de las hojas. Si se dan las condiciones apropiadas, se pueden desarrollar masas polvorientas de conidios en haz y envés de las hojas; a medida que progresa la enfermedad, las lesiones se tornan necróticas y si esta es severa, las hojas mueren.

Daños

Reducción del área fotosintética y en consecuencia la longevidad de la planta, el rendimiento y calidad de los frutos, frutos pequeños y quemados por el sol.

Manejo

Se debe mantener limpio alrededor del campo de cultivo, ya que *O. Sícula* tiene amplio intervalo de hospederos, lo que implica la eliminación de residuos un manejo de malezas efectivo. En áreas donde las pérdidas son severas, se requiere de un manejo a través del uso de los fungicidas registrado. El éxito del uso de estos químicos depende de la detección oportuna de la enfermedad, también es necesario un buen cubrimiento en las aplicaciones. Entre los productos que se pueden usar son; azufre, triadimefon, myclobutanil, tebuconazole, propiconazole, azoxystrobin, trifumizole (Mendoza, 2000). Una herramienta que puede optimizar el número de

aplicaciones es el trampeo de conidios, en caso de encontrar las primeras lesiones se debe aplicar Bayleton u otro fungicida del grupo de triazoles (Sánchez, 1991).

Moho gris (*Botrytis cinérea*)

El moho gris es causado por *Botrytis cinérea*, un hongo distribuido en todo el mundo y reportado como patógeno de plantas en más de 200 géneros. Es favorecida por alta humedad relativa, como camas de plantas en invernadero en localidades tropicales y subtropicales.

Síntomas

Síntomas y signos de la infección aparecen primero en los pétalos de las flores, en lugares de irritación, o sobre tejido senescente. El síntoma más común es el debilitamiento repentino de los tejidos suculentos, como son las hojas jóvenes, tallos y flores. Las lesiones se extienden rápidamente y forma áreas acuosas de forma irregular que causan la muerte de las plántulas y de ramas de planta viejas. Frecuentemente aparecen masas polvorientas de esporas grises del hongo en la superficie de los tejidos muertos. La fruta puede ser atacada cuando el follaje afectados de las partes florales contacto con el fruto.

Manejo

Se recomienda la recolección y destrucción de las plantas o residuos vegetales infectados, así como la aireación del cultivo, por lo que se debe reducir la densidad del mismo. Si se incorporan los residuos, estos deben hacerse bajo un barbecho profundo. En campo, los fungicidas que han dado buenos resultados son iprodiona, switch, vangard, fenhexamid y tebuconazol.

Moho Gris (*Cladosporium fulvum* Cooke).

La enfermedad se encuentra distribuida en todo el mundo, principalmente en donde se cultiva el tomate bajo condiciones de invernadero con alta humedad relativa. En ocasiones puede ocurrir en tomate cultivado a cielo abierto. En Sinaloa, la incidencia del moho de la hoja es irregular, ya que existen años en que se leve; sin embargo, su

severidad alcanza niveles epidémicos cuando existen las condiciones óptimas para su desarrollo (Sánchez, 1991).

Síntomas

Los primeros síntomas se presentan como áreas de color verde claro a amarillento en la parte superior de las hojas adultas. Estos coinciden con el desarrollo de masas de conidios del hongo color verde oliva en el envés de la hoja. A medida que la enfermedad avanza las hojas inferiores se tornan amarillas y caen. Típicamente, el hongo evoluciona en las hojas, pero pueden infectar a los frutos, flores y tallos, los frutos infectados desarrollan pudriciones negras cuerosa en el extremo de cáliz. En invernadero se disemina rápidamente bajo condiciones propias.

Aunque no es muy común, la enfermedad se puede presentar en tallos tiernos, pedúnculo y botones florales, bajo condiciones de alta incidencia, el follaje se deshidrata por completo (Sánchez, 1991).

Manejo

En producción de invernadero. Los residuos deben ser removidos o destruidos cuando haya finalizado la cosecha.

Los sustratos deben desinfectarse con vapor a 55°C por seis horas, una vez que los residuos se hayan removido. Disminuir los periodos de humedad en las hojas para evitar agua libre en el follaje y la circulación de aire en el invernadero reduce la severidad del moho foliar, se debe incrementar la temperatura por las noches, para evitar estar en la óptima requiere el hongo.

La aplicación de fungicidas puede ser exitosa si esta se realiza oportunamente. Los productos que sobresalen por su eficiencia son Clorotalonil, Captan, Triadimefon, Maneb, Captafol (León y Arosamena, 1980).

Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* Subsp.*michiganensis*).

El cancro bacteriano del tomate es una enfermedad muy grave que ocurre en todo el mundo, donde se presenta es devastadora, tomates de todos los tipos sufren series perdidas; sin embargo, la enfermedad es especialmente severa en el trasplante o en siembras directas. Se observa y reporto por primera vez en 1909, en Michigan, EE. UU por E.F. Smith. En México se ha presentado en producciones de tomate en Zacatecas, Querétaro, Sinaloa, Michoacán, Hidalgo, Guanajuato, estado de México, principalmente.

Síntomas

Marchitez, clorosis y desecación del follaje. Estos síntomas aparecen en forma unilateral en la planta. La marchitez puede desarrollarse gradualmente de un foliolo al próximo o puede ser general y destruir mucho follaje. Los peciolos permanecen verdes y quedan adheridos. En tallos y peciolos se presentan estrías de color café claro. Al cortar longitudinalmente o transversalmente los tallos o los peciolos, se observa una coloración crema y necrosis del tejido vascular (Latorre, 1999).

Las plantas afectadas pueden presentarse enanismo y en algunas ocasiones muestran una aparente recuperación en las primeras etapas de desarrollo.

En los frutos aparecen afectadas pequeñas lesiones necróticas rodeadas por un halo blanquecino que semeja el aspecto de un ojo de pájaro. Las lesiones no profundizan mucho el endocarpio, pero en ataques severos puede haber una infección interna, y si los frutos llegan a formar semillas, estas son portadoras de la bacteria. El signo dela enfermedad aparece como masa mucosa de color gris amarillento en los canchros (Núñez, 1998).

Manejo

Se recomienda la selección y limpieza de la semilla y el transplante de plántulas provenientes de semilla certificada y desarrollada en almácigos libres de la enfermedad. También la desinfección de la semilla con una solución de ácido acético a 0.6%, durante 24 horas o tratamientos con agua caliente a 55°C durante 25 minutos, luego tratar con formalina y secar rápidamente. La desinfección con ácido clorhídrico diluido o hipoclorito de calcio también disminuye la bacteria en forma eficiente (Haward y Waterson, 1964; Farley, 1973; Núñez, 1998).

Los tratamientos al suelo con fumigantes o la aplicación de calor en forma de vapor pueden disminuir la densidad de la bacteria (Farley, 1973).

Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*)

Es una enfermedad cosmopolita, muy importante en las áreas productoras de tomate en Estados Unidos, Canadá, Marruecos e Israel. En México se presenta de manera común en producciones a campo abierto, sin embargo, es importante también en cultivo bajo cubierta.

Síntomas

La bacteria afecta hojas, tallos y frutos, en los que causa pequeñas lesiones de aproximadamente dos milímetros de diámetro, a menudo el centro de la lesión y las hojas jóvenes pueden presentar agujeros (Rodríguez, 2000). Cuando el ambiente es favorable, las lesiones son más abundantes en el borde de los folíolos, donde causa un tizón severo (Apodaca *et al.*, 1998).

En los frutos las lesiones son superficiales pero tienen a ser protuberantes y se encuentran rodeados de una zona verde más intensa, pero las lesiones oscurecen gradualmente hasta tomar una apariencia de gotas de asfalto. Al madurar el fruto el halo que circunda la lesión se vuelve más claro, hasta alcanzar un color amarillo intenso y brillante que contraste con el rojo normal del fruto (Apodaca *et al.*, 1998).

Manejo

Uso de semilla o plántulas sanas. El tratamiento a la semilla con agua a 52°C por una hora elimina a la bacteria. La rotación de cultivo por uno o dos años reduce drásticamente la densidad de inóculo. La adición de materia orgánica compostada incrementa las poblaciones microbianas antagonistas, las cuales nivelan a las poblaciones de esta bacteria.

Productos como el hidróxido de cobre, oxiclóruo de cobre o el Maneb son satisfactorios para reducir los niveles de daño; dentro de los antibióticos, la estreptomicina aporta excelentes resultados, sin embargo, cuando la densidad de inóculo es alta, los productos antes mencionados no son eficientes (Latorre, 1999; Apodaca et al., 1998; Jones, 1991).

Marchitez del tomate (*Fusarium oxysporum*)

Conidios alargados con microconidios hialinos, pequeños elípticos, clamidosporas de 1- 2 células, macro conidios finos, alargados con 3-5 células y de pared delgada, la masa de esporas es ocre, rosa, amarillo. En Sinaloa se han reportado las razas uno y dos (Mendoza, 1992).

Es la enfermedad más distribuida y suele ser destructiva en suelos muy infectados y donde no se practica la rotación de cultivos. Es más grave cuando las temperaturas del suelo son mayores de 28°C y en suelos pobres en materia orgánica. Se encuentran en la región del Bajío, Sinaloa, Morelos, México, Michoacán, San Luis Potosí y otras de menor importancia; ataca únicamente al tomate.

Síntomas

El primer indicio aparece al inicio de la floración o formación de los primeros frutos y es un amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales gradualmente se marchitan y mueren adheridas a la planta (ataque en el tejido conductor de algunas ramas) mientras que el resto permanece sano, aunque pueden manifestarse en toda la planta. Bajo condiciones favorables, se puede manifestar en etapas más tempranas del cultivo.

Daños

Puede causar grandes pérdidas especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones favorables de humedad. Ocasionalmente puede destruir cultivos completos o bajar el rendimiento considerable cuando existe ya mucho inóculo en el suelo por la práctica del monocultivos; las plantas atacadas mueren y producen poca o ninguna fruta.

Manejo

Para la prevención se recomienda tratar la semilla con agua caliente por 20 minutos a 50°C, que elimina al patógeno o usar semilla sana, certificada y fertilizar en el suelo, sin llegar al exceso, usar semilla sana y tratada, rotación de cultivos, esterilización de suelos o sustratos en invernadero y tratar la plántula antes del trasplante con una fumigación como Tecto o Benlate (por inmersión de la raíz de la planta). Otra opción es el riego en surcos alternados

17.- Enfermedades de Origen Viral

Las enfermedades de origen viral en tomate son muy importantes en México debido a las pérdidas que ocasionan en la producción, así como al elevado costo que implica su manejo. En muchas zonas productoras, el impacto de estas enfermedades ha sido devastador y en casos extremos, la superficie cultivada ha disminuido consideradamente, como ocurre en el estado de Morelos. La situación se hace más compleja y difícil de principalmente de género *Geminivirus*, asociados con esta hortaliza en muchas partes del país, al incremento en la incidencia y severidad de los virus reportados desde hace muchos años. Si bien en campo es frecuente la presencia de más de un virus en las plantas infectadas, la descripción de síntomas ocasionados individualmente por un virus resulta de utilidad práctica como una primera aproximación e la identificación. La determinación de los virus presentes en el cultivo y el conocimiento de su forma de transmisión de las enfermedades que provocan. A continuación se indican los virus más importantes reportados en tomate en México.

Virus del mosaico de tabaco (TMV)

El TMV se encuentra distribuido en prácticamente todas las zonas productoras de tomate en México y tiene la capacidad de infectar a la mayoría de las variedades cultivadas (Ley y García, 1998).

Síntomas

Al principio de la infección se observa un mosaico en los folíolos, los cuales tienden a ser filiformes conforme transcurre el tiempo. Es frecuente observar plantas infectadas con los síntomas antes indicados (mosaico y filiformes) alternadas con hojas de apariencia normal (Blancard, 1990). También se ha reportado una disminución del crecimiento y mosaico amarillo acompañado de manchas cloróticas de gran tamaño. Los frutos pueden tener estrías, costras o deformaciones y en infecciones muy fuertes puede no haber formación de los mismo (Ley y García, 1998).

Transmisión

Hasta la fecha, no se conocen organismos vectores de este virus. Sin embargo se transmite fácilmente de manera mecánica y por semilla. En campo se disemina de manera rápida y eficiente por el roce de las plantas con manos y ropa, debido a la realización de labores culturales, con diferentes herramientas de trabajo (cuchillo, azadones, palas, tijeras de podar, entre otras) y por raíces que entra en contacto con residuos vegetales infectados enterrados en el suelo (Zaitlin, 1975; Blancard, 1990; Ley y García, 1998; Conti et al., 2000).

El virus se ha reportado en Sinaloa, Jalisco e Hidalgo (Martínez, 1990; Ley y García, 1998; Rubio, 2001).

Virus del mosaico de tomate (ToWV).

Este virus se encuentra con frecuencia en plantas de tomate cultivadas en invernadero (Hollings y Huttinga, 1975; Conti et al., 2000).

Síntomas

El ToWV induce la manifestación de un gran número de síntomas dependiendo de la temperatura, intensidad luminosa, longitud del día, edad de la planta en la que ocurre la infección, variante del virus y variedad del cultivo (Hollings y Huttinga, 1975). El síntoma más común observado en invernadero durante épocas calurosas (temperatura mayor que 20°C, alta intensidad luminosa y días largos) es moteado asociado a una ligera distorsión de los folíolos jóvenes.

Determinadas variedades de virus pueden provocar una disminución drástica en cuanto a la lámina foliar, dando una apariencia de “hoja de helecho” donde se tiene prácticamente a las venas (Dodson et., 1997).

Si la infección ocurre en la floración, puede haber un aborto total o parcial de las flores, los frutos pueden deformarse y mostrar anillos concéntricos o patrones en líneas de tejido necrótico, o bien, estrías y lesiones anulares de tejido suberificado (Conti et al., 2000).

Transmisión

Hasta el momento no se conocen organismos vectores del ToWV. El hombre se considera como principal transmisor del virus en agro ecosistemas debido al daño mecánico que produce en las plantas al realizar labores culturales con diversas herramientas de trabajo o maquinaria infestada, por el establecimiento de plántulas infectada del cultivo en terrenos con residuos de cosecha procedentes de plantas infectadas de ciclos anteriores (Hollings y Huttinga, 1975; Dodson et al., 1997).

La transmisión por semilla puede ser importante, pues se ha reportado que un fruto infectado puede tener hasta 94% de semillas portadoras del virus (Hollings y Huttinga, 1975; Dodson et al., 1997; Conti et al., 2000).

Virus del grabado del tabaco (TEV)

El TEV es importante en muchas zonas productoras de México y como hospedantes cerca de 120 especies de plantas pertenecientes a 19 familias (Shepherd y Purcifull, 1982).

Síntomas

Como el nombre del virus lo indica, el síntoma característico provocado por este virus consiste en un jaspeado de ligero a severo acompañando de distintos defoliaciones. Los frutos de plantas infectados por TEV suelen ser pequeños, con lesiones necróticas y deformes (Dodson et al., 1997).

Transmisión

Si bien el TEV se transmite fácilmente de manera mecánica durante la realización de labores culturales, la principal forma de diseminación en agroecosistemas es por pulgones, los cuales lo transmiten de forma no persistente. Se conoce al menos 10 especies de áfidos vectores de virus, de las cuales las más importantes son *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis fabae* (Shepherd y Purcifull, 1982).

Virus del mosaico del pepino (CMV)

El CMV es un virus que puede ser importante en muchas regiones productoras del país. Puede infectar especies mono y dicotiledóneas de al menos 40 familias botánicas (Francki et al., 1979).

Síntomas

Son variados, dependiendo de la variante de virus, típicamente se tiene un mosaico asociado con una reducción de la lámina foliar (más severa que la provocada por ToWV) que ocasiona la que se conoce como “hoja de helecho” o “cordón de zapato” en otros casos, las hojas pueden tener un gran número de folíolos pequeños con bordes hacia arriba. Algunas variantes del virus pueden ocasionar lesiones de color amarillo en las hojas superiores, las cuales progresivamente se van necrosando al tiempo que se enrollan hacia la parte inferior.

En frutos se observa una necrosis interna en la zona próxima a la inserción con el peciolo.

Transmisión

Este virus puede transmitirse mecánicamente, pero en campo lo hace por diversas especies de áfidos de forma no persistente, principalmente por *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* (Francki et al., 1979; Dodson et al., 1997).

Virus de la mancha anular de tabaco (TRSV)

Existe poca información de los síntomas y efecto en la producción de tomate la que es ocasionada por el TRSV, mismo que tiene un amplia gama de hospedantes tanto herbáceos como leñosos (Stace-Smith, 1970).

Síntomas

El TRSV ocasiona pequeñas manchas necróticas en las hojas (Stace-Smith, 1970).

Transmisión

Este virus puede transmitirse por adultos y larvas de nematodos de la especie *Xiphinema americanum*, larvas de trips de la especie *Thrips tabaci* y de manera menos eficiente, por ácaros del género *Tetranychus* (Stace-Smith, 1970).

Virus de la papa (PVY)

El PVY es un virus ampliamente distribuido en el mundo, que infecta muchas especies de solanáceas y es de importancia económica en cultivos de papa, tabaco, chile y tomate. En estos dos últimos, puede ocasionar pérdidas considerables si se encuentra asociado con otros virus (de Bokx y Huttinga 1981; Conti et al., 2000).

Síntomas

Los síntomas ocasionados por PVY en tomate dependen en gran medida de la variante del virus, las condiciones ambientales y la variedad establecida. En ocasiones se observan en los folíolos y a veces en los frutos, lesiones cloróticas de

forma y tamaño variable que paulatinamente se torna de color amarillo y se necrosan (Blancard, 1990 y Conti et al., 2000).

Transmisión

Las transmisión del PVY puede ocurrir de manera mecánica y por injerto, pero principalmente por al menos 25 especies de pulgones de manera no persistente, de los cuales *Myzus persicae*, *M certus*, *Aphis fabae* entre otras.

Virus bronceado del tomate (TSWV)

Este virus se reporta por primera vez en México infectando tomate en 1989(Verdugo, 1989); en las variedades tipo saladette se han registrado daños del 100%(Ramírez y Ley, 1998).

Síntomas

El TSWV ocasiona necrosis en folíolos, tallos y frutos asociados con una notaría disminución del crecimiento y marchitamiento que en grado extremo puede llegar a la muerte de la planta (Ramírez y Ley, 1998). En la hojas, este daño proporciona una coloración bronceada (Ie, 1970). Al inicio de la infección, en hojas apicales, se observan manchas anulares o circulares cloróticas que paulatinamente se vuelven de color amarillo hasta necrosarse (Dodson et al., 1997; Conti et al., 2000). En tallos y peciolo de plantas infectadas se presenta lesiones longitudinales (Dodson et al., 1997), mientras que en fruto es frecuente la presencia de anillos concéntricos necróticos ligeramente realzados (Ramírez y Ley, 1998), de tamaño reducido y con deformaciones (Conti et al., 2000).

Transmisión

Este virus se trasmite de forma persistente por diferentes especies de trips. Adultos no virulíferos pueden adquirir al TSWV, pero no pueden transmitirlo, mientras que los adultos que adquieren al virus en estado de larva si pueden transmitirlo (Ie, 1970). En tomate, también se ha reportado la transmisión por semilla (Ie, 1970).

Virus del enanismo arbustivo de tomate (TBSV)

El TBSV provoca la enfermedad conocida como “enanismo *arbustivo* “o “*pinto*” del tomate, reportada en México por vez primera en 1985 (Martínez, 1974).

Síntomas

Típicamente, el TBSV reduce el tamaño de las plantas y debido al acortamiento de entrenudos, les proporciona una apariencia de arbusto (Martelli et al., 1971). En la hojas pueden observarse líneas de forma irregular de color blanquecino, las cuales cambian progresivamente a color amarillo antes de necrosarse y caer de la plantas (Dodson et al., 1997).

En otros casos, los síntomas pueden mostrarse en la etapa de fructificación, en cuyo caso las plantas afectadas pueden tener hasta 20% de frutos con manchas anillos de color amarillo, síntoma característico de la enfermedad que reduce considerablemente su valor comercial (Martínez, 1974).

Virus del mosaico de la alfalfa (AMV)

El AMV se encuentra distribuido a nivel mundial y puede infectar de manera natural cerca de 230 especies silvestres o cultivadas de 50 familias botánicas (Jaspars y Bos, 1980; Dodson et al., 1997; Conti et al., 2000).

Síntomas

Este virus realiza de manera frecuente infecciones laterales, sin embargo cuando hay manifestación de síntomas, lo típico se observa un mosaico o moteado amarillo brillante denominado comúnmente como “calicó” (Jaspars y Bos, 1980).

En la medula de los tallos de plantas infectadas por AMV pueden observarse lesiones necróticas longitudinales, mientras que en el floema de las raíces se presenta una coloración café rojiza (Dodson et al., 1997).

Transmisión

El AMV puede transmitirse por semilla en porcentaje variable. Una vez establecido el cultivo, la principal forma de diseminación es por, al menos, 20 especies de afidos de manera persistente, destaca *Myzus persicae* (Jaspars y Bos, 1980; Dodson et al., 1997; Conti et al., 2000).

18.- Nematodos Fitopatógenos de Mayor Importancia en la Producción de Tomate

Uno de los grupos de gran importancia económica por su impacto negativo en la actividad agrícola no solo de nuestro país sino de todo el mundo, es de los nematodos Fitopatógenos. Estos organismos, entre los que se encuentran varios centenares de especies, se alimentan de plantas vivas en las que producen gran variedad de enfermedades.

En general, los nematodos fitopatógenos ocasionan daños severos en las raíces ya que provocan lesiones mecánicas que a su vez pueden convertirse en una puerta de entrada a otros fitopatógenos que habitan en el suelo, derivando ello en una afectación al sistema de absorción de nutrientes y agua de la plantas.

El tomate (*Solanum lycopersicum*) una de la hortalizas más importantes en México, no solo se produce a “cielo abierto” sino también es una de las más explotadas en ambientes controlados o protegidos (invernadero), principalmente en zonas del país donde la tecnología aplicada al campo se ha expandido y desarrollado con mayor amplitud. Independientemente de sus sistemas de producción, el tomate no deja de ser susceptible al ataque de numerosas plagas y patógenos, entre ellos los nematodos fitopatógenos. Son pocas las especies de nematodos importantes en tomate; sin embargo, las que se han documentado, y cuyos efectos negativos suelen ser devastadores, son; *Pratylenchus spp.*, *Nacobbus aberrans*, *Meloidogyne spp* y *Globodera rostochiensis*.

Pratylenchus spp.

Importancia

La mayoría de las especies importantes del género *Pratylenchus*, se encuentran en suelos de zonas cálidas aunque algunas especies son típicas de áreas templadas. Los síntomas que estos nematodos ocasionan son el retardo en el crecimiento, clorosis y caída de hojas, aunado a la presencia de lesiones rojizas en órganos subterráneos, ello a consecuencia del daño directo del nematodo. Este género se compone de numerosas especies con un número de plantas hospedantes elevado, entre los que se encuentran cereales, hortalizas, árboles frutales, especies ornato y especies de importancia forestal.

La especie de mayor importancia y que causa los daños más significativos en tomate es *P. Penetrnas*. En esta hortaliza, *P. penetrnas* ocasiona decremento en el tamaño y peso de frutos, así como retraso en la maduración de los mismo (Potter y Olthoff, 1977).

Debido a que el nematodo tiene la capacidad de penetrar directamente a las raíces y migrar dentro de ellas, puede convertirse en un factor de riesgo para que bacterias y hongos pudridores de raíces también ingresen y deterioren a un más las plantas en invernadero (Shurtleff y Averre, 2000).

Control

En tomate se recomienda aplicar 327 L ha⁻¹ de Dicloropropeno, cubriendo el suelo con polietileno, justo dos semanas antes del transplante (Whitehead, 1998). Los daños en raíces de tomate también se reducen si se aplica Oxamyl en una dosis de 75 L de una solución 10% ha⁻¹, 209 L de i. a. ha⁻¹ de metan-sodio (Vapam) o bien, se colocan cubiertas de pasto o paja sobre los surcos o camas.

Nacobbus aberrans Thorne y Allen

Importancia

En el caso de tomate se observa una reducción en el crecimiento apical. Lo que resulta un severo achaparramiento de las plantas, clorosis enrollamiento de hojas y marchitez generalizada si se acompaña de un estrés hídrico de la planta. Tanto en jitomate como en chile, si la planta llega a fructificar, los frutos suelen ser pequeños, sin firmeza y con poca vida de anaquel.

Una de las más importantes es el tomate en varias zonas productoras del centro y oriente del país, en algunas áreas altamente infestadas, como es el caso de Tecamachalco, Puebla, *N. aberrans* se distribuye en aproximadamente 300 ha y causa pérdidas en producción cercanas a 83% (Cristóbal-Alejo, 2001).

Control

En la mayoría de los casos, el control de *N. aberrans* ha involucrado el uso de productos químicos similares a los empleados en especies de *Meloidogyne*. Por ejemplo, se obtiene reducciones en el agallamiento de las plantas al aplicar aldicarb, en una dosis de 2.5kg i. a. ha⁻¹ (Santacruz y Marban- Mendoza, 1986). Bajo condiciones de invernadero, el aldicarb (7.4 y 9.4 ppm) reduce el nivel de agallamiento en raíces de jitomate (Franco y Marban- Mendoza).

Por otro lado, según Zamudio (1987), la aplicación de fenamifos a una dosis de 3.0 kg de i. a. ha⁻¹ incrementa la producción de jitomate en gran cantidad de cultivares (Floradade, Rio Grande, Manalucie, Peto Early TM, entre otros).

Meloidogyne spp.

El género *Meloidogyne* constituye el grupo de nematodos fitopatógenos de mayor importancia en hortaliza, muchas de ellas cultivadas bajo condiciones de invernadero, son varias las especies de nematodos agalladores que impactan a cultivos de importancia económica como en este caso el tomate.

Los síntomas aéreos no son específicos ya que se observa pobre crecimiento de las plantas, clorosis de follaje y producción de frutos pequeños.

Control

El control químico ha sido la medida de control más recurrente. En invernadero, este nematodo puede controlarse eficazmente esterilizando en suelo con vapor o fungicidas con nematicidas fumigantes.

Solarización del suelo

Siempre y cuando se alcancen temperaturas entre 50 y 60°C. El inconveniente de esta alternativa es que su efecto se manifiesta solo en los estratos más superficiales del suelo.

Rotación de cultivos

A pesar de que las especies de este género tienen una amplia gama de hospedantes (casi cualquier familia botánica), algunos grupos de plantas se han reconocido como no hospedantes, entre ellas los pastos (*Eragrotis curvula*, *Digitaria decumbens*, *Panicum maximum*, varios cereales (maíz, cebada, trigo y avena).

Aplicación de rizobacterias

Estos microorganismos han demostrado control en las poblaciones de nematodos agalladores en invernadero. Por ejemplo la aplicación de *Bacillus subtilis* en la rizosfera de las plantas reduce la densidad de poblaciones juveniles de *M. javanica* y su impacto en jitomate hasta un 30% (Siddiqi, 2003).

Según Anita y Rajendran (2002), la aplicación de *P. fluorescens*, a una dosis de 10-40 t ha⁻¹, promueve el crecimiento de las plantas y reduce el número de masas con huevecillos y el índice de agallamiento causado por *M. incógnita* en plantas de tomate.

19.- Recomendaciones Generales para la Aplicación de Plaguicidas en Invernadero.

- En aplicaciones al follaje de productos de contacto es necesario lograr una buena cobertura en el envés de las hojas.
- Las aplicaciones se deben realizar cuando no se observe estrés por agua en el cultivo, de tal forma que un buen nivel de agua en el sustrato permitirá que los plaguicidas trabajen adecuando (en especial los sistémicos).
- Es importante utilizar boquillas de cono hueco o lleno, misma que producen gotas que pueden penetrar entre el follaje de las plantas.
- Dejar cortinas abiertas durante la aplicación.
- La persona que aplica debe usar equipo de protección (bata, guantes, mascarilla y botas).
- Se sugiere aplicar en las horas iniciales del día o en la tarde, que es cuando los organismos plaga muestran menor movimiento.
- No usar mezclas de insecticidas ni sobredosis.
- Sin excepción, leer la etiqueta del producto comercial.
- Respetar los intervalos de seguridad al corte.
- La aplicación de algún entomopatógeno se debe hacer en las tardes, cuando exista alta humedad relativa y baja radiación solar.

20.- POLÍTICAS DE INOCUIDAD PARA LA COSECHA Y POST- COSECHA DE TOMATE EN INVERNADERO

- El uso de bebidas alcohólicas, tabaco y drogas.
- Masticar chicle y escupir.
- Uso de joyas u otros objetos colgantes (pulseras, anillos, cadenas, aretes).
- Uñas largas o con esmalte.
- Uso de pelo largo y suelto.
- Uso de guaraches.
- Correr o jugar dentro del área de trabajo.
- Laborar en las áreas de contacto con el producto.
- Visitas y niños al área de trabajo.

- Traer animales al área de trabajo.
- Consumir alimentos y bebidas excepto en el área destinada para tal efecto.
- Dejar residuos de comida tirados en el suelo, en el área de comedor y en su hora de comida.
- Dejar ropa dentro del área activa de cosecha (chamarras, sudaderas, camisas, etc).
- Ir al baño en los campos adyacentes.
- Introducir objetos de vidrio.
- Emplear menores de 16 años.

Obligaciones:

- Obedecer al responsable del área de trabajo.
- Lavarse las manos:
 - Al inicio de la jornada.
 - Después de toser o estornudar.
 - Antes y después de ir al baño.
 - Después del descanso o de ocupar una nueva área de trabajo.
 - Después del manejo de productos no alimentarios o botes de basura.
- Mantener su higiene personal.
- Reportar al responsable del área sobre heridas, síntomas de gripe, tos y dolor de estómago.
- Usar ropa limpia y apropiada.
- Utilización de su equipo de protección personal o de higiene.
- Traer el cabello recogido y cubierto.
- Colocar las herramientas en el sitio asignado.
- Mantener limpia el área de trabajo.
- Desechar todo producto que tenga contacto con sangre, suelo y cualquier fluido biológico.
- Traer zapatos cerrados.
- Asistir a capacitaciones.

- Firmar de que entiende y acepta de conformidad el reglamento y las políticas de la empresa.

Reglamento interno del trabajador

Las reglas mínimas que deberán establecerse en el reglamento de empaque son:

- Presentarse aseados con ropa limpia.
- Usar ropa apropiada, pantalón normal, blusa, camisa o camiseta no holgada y zapato cerrado.
- No se permite el uso de joyería como; aretes, anillos, pulseras, esclavas y relojes.
- No se permite usar maquillaje.
- No se permite usar barba.
- No se permite usar uñas largas o con esmalte.
- El cabello largo deberá ser recogido en todo momento
- Usar el equipo de inocuidad: cofia, mandil, bata y guantes antes de ingresar al área de trabajo.
- Los empleados deberán lavar y desinfectar sus manos periódicamente:
 - Al inicio de la jornada
 - Después de toser o estornudar
 - Antes y después de ir al baño
 - Después de los descansos o al ocupar una nueva área de trabajo.
- Reportar al responsable del área sobre heridas, tos, síntomas de gripe y dolor de estómago.
- Desechar todo producto que tenga contacto con sangre, suelo y cualquier fluido biológico.
- Mantener limpia y ordenada el área de trabajo.
- No se emplean menores de 16 años.
- No se permite traer niños ni bebés al área de trabajo.

- Queda estrictamente prohibido fumar, masticar chicle, consumir alimentos dentro de las instalaciones, lo único que está permitido es beber agua de los termos.
- Toda persona que manipule la fruta deberá usar guantes.
- No utilizar bolsas, revistas, celulares u objetos personales dentro del área de trabajo.
- Los empleados serán admitidos únicamente en el área asignada.
- Se deberán respetar las áreas de trabajo, a las parejas que se vean en situaciones impropias serán descansadas.
- No abandonar el área de trabajo por un periodo mayor de 5 minutos, sin que se abuse de salida.
- Se tomaran medidas disciplinarias a quien se sorprenda haciendo mal uso de los sanitarios, cocinetas, lockers y de las instalaciones en general.
- Respetar las áreas marcadas
- Queda prohibida totalmente la entrada al área de cartón (por ser zona de riesgo).
- Respetar y obedecer a sus superiores.
- Asistir a las capacitaciones que se realicen.

Las reglas mínimas que deberán establecerse en la producción son:

- Utilización de equipo de sanidad cofia (malla) y bata antes de entrar al área de trabajo.
- Las mujeres deberán usar pantalón, blusa, no deben usar camisetas desfajadas y los pantalones normales (no anchos), quienes usen camiseta deberá fajarse.
- Los hombres deberán usar pantalón normal y camiseta fajados. No usar ropa corta (short) y camisetas sin mangas.
- La limpieza es obligatoria (los empleados deberán traer ropa aseada, sin accesorios o colgaduras, usar zapatos cerrados.
- El cabello largo deberá ser recogido en todo momento.

- El cabello facial deberá ser recortado, el bigote deberá mantenerse arriba del labio.
- La barba no será permitida.
- Uñas largas, únicamente serán permitidas uñas cortas “sin esmalte”.
- Joyería insegura como aretes, pulseras, esclavas, anillos etc.
- Fumar y/o consumir alimentos dentro de las instalaciones, lo único que se permite es beber agua de los termos.
- El uso del tabaco no será permitido en el área de trabajo.
- Se prohíbe el uso de contenedores de vidrio en el área de procesamiento.
- Los empleados deberán lavar sus manos regularmente:
 - Antes de empezar sus labores.
 - Después de cada descanso y comida.
 - En cualquier momento antes de regresar al área de producción.
- No utilizar bolsas, revistas, celulares u objetos personales en el área de trabajo.
- Los empleados serán admitidos únicamente en áreas asignadas.
- Se deben respetar las áreas de trabajo, a las parejas que se les vea en situaciones impropias serán descansadas.
- No abandonar su lugar de trabajo por un periodo mayor a 5 minutos, sin que se abuse de salida.
- Se tomaran medidas disciplinarias, a quien se sorprenda haciendo mal uso de los sanitarios, cocineta, lockers y de las instalaciones en general.
- Queda prohibida totalmente la entrada a las áreas de cartón (por ser zona de alto riesgo).

20.1 Inocuidad en Cosecha

Las medidas que se toman en la recolección de frutos para que mantengan su calidad sanidad y evitar la contaminación durante la cosecha son:

- El empaque de producto no deberá realizarse en campo, este se deberá transportar directamente al empaque a temperatura ambiente.
- La recolección del producto deberá realizarse por la mañana a temperaturas adecuadas, con el propósito de evitar que el fruto absorba temperaturas altas.
- El equipo utilizado que entre en contacto con los frutos deberá ser de material de fácil lavado y desinfección.
- Las calles se deberán mantenerse regadas y sin desnivel o baches para que al momento de transportar el producto se evite golpes y sacudidas bruscas que produzcan daños en el producto.

Al llegar el producto al empaque se revisan las condiciones del producto.

Cuando se realice la cosecha se deberá supervisar las cuadrillas, con el propósito que el personal de cosecha utilice los sanitarios y utilice correctamente el lavado y desinfección de manos, toda vez que por altura del cultivo no se alcance a observar directamente al personal y exista riesgo de que se realice necesidades fisiológicas dentro del área de cosecha.

Al momento de la cosecha, cuando el personal vierte el fruto a la tina del camión este no deberá de estar parado dentro de la tina, debido a que esta fue previamente lavada y desinfectada.

Higiene de herramientas y utensilios

Contenedores para la cosecha

Todo los contenedores del producto a cosechar (cubetas) deberán de quedar bajo la responsabilidad de la empresa después de cada jornada de trabajo, además deberá ser sometidos bajo un programa de lavado y sanitización monitoreando la dosis del desinfectante, la frecuencia deberá ser al menos 1 vez por semana, esta actividad

debe supervisarse y registrarse, se deberá evitar el uso de estos contenedores para otros propósitos como (tirar basura, almacén de otras sustancias y materiales).

Se deberán almacenar todos estos contenedores en áreas limpias y bajo el programa de control de roedores libre de basura.

Transporte de producto de invernadero a empaque

Los vehículos utilizados para transportar el producto jitomate, no deberán tener fugas de aceite y grasas, asimismo deberán estar limpios en su parte exterior e interior.

- Las tinas utilizadas para el transportar el producto jitomate deberán ser lavadas y sanitizadas diariamente al finalizar la jornada de trabajo y deberán ser resguardadas en un área libre debe ser contaminadas por desechos biológicos de aves o ser cubiertas por una malla.
- Los vehículos y tinas deberán ser utilizados únicamente para transporte de tomate.
- Las tinas deben ser de material de fácil lavado y sanitizado.
- Al transportar el producto de campo a empaque este deberá ser cubierto para evitar contaminación por aves en el trayecto.

20.2 Inocuidad en Post – Cosecha

Manejo del producto

- Se deberá realizar una inspección visual al llegar la materia prima, dependiendo de las especificaciones de recepción, esta será aceptada o no.
- El producto seleccionado no deberá entrar en contacto con material extraño que sea manipulado de manera no higiénica por los trabajadores.

Descripción de proceso de recepción del producto de empaque

El tomate fresco es cosechado y recogido en botes (baldes) son directamente vertidos a la tina de transporte, se debe transportar a temperatura ambiente al empaque, si en caso hubiese un retraso en el vaciado del producto, estos se

deberán mantener en un lugar de espera con condiciones favorables para el producto (protegidas por el sal y cubiertas con una malla).

Enjuague y desinfección del producto

Se deberá utilizar agua que cumpla con las especificaciones microbiológicas y fisicoquímicas, establecidas en la versión oficial pública en el Diario Oficial de la federación de la NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Cambiar el agua de la tinas de enjuague al inicio de las actividades diarias, así mismo cuando se acumule materia orgánica y solidos sedimentales, el cambio deberá realizarse cuantas veces sea necesario.

Es necesario medir el PH y controlar la temperaturas del agua, la cual deberá ser mayor a 5 grados centígrados que la temperaturas interior de pulpa del tomate con el evitar la introducción de patógenos por diferencial de presión de temperaturas, así mismo se deberá de medir el potencial de óxido reducción (ORP) el cual deberá estar en rangos de 650 a 800 mv, el tiempo de contacto del producto en el agua de la tinas o bandas de santizado no deberá ser menor de 2 minutos aproximadamente.

Se deberá vigilar la cantidad del desinfectado en uso por lo menos cada 30 minutos para asegurar que se mantenga a niveles afectivos en caso utilizar cloro como desinfectante, este deberá mantener la concentración de cloro total (100 a 200) ppm lo que representara de 5 a 10 ppm de cloro libre residual y un rango de PH de 6.0 a 7.0. Los niveles del desinfectante utilizado deberán comprobarse y anotarse de forma sistemática, para logra una adecuada desinfección.

Tratamiento

En los tratamientos de post - cosecha se deberán utilizar únicamente productos registrados y autorizados por la secretaria de salud y mercado destino para uso en alimentos.

- Se deberán de seguir las instrucciones de la etiqueta de los productos utilizados.
- Se deberá de contar con el registro de los tratamiento de post- cosecha, donde se establezca el producto aplicado, marca del producto utilizado, el tipo de tratamiento de post - cosecha aplicado, al fecha del tratamiento y cantidad y concentración del producto aplicado.
- Se deberá de tener una justificación de la aplicación de tratamientos de post-cosecha

Cuarto frio

Deberán de registrar y mantener las temperaturas en los rangos adecuados para la conservación de los productos.

No deberán guardarse en la misma cámara donde se almacenan vegetales, productos que pueden afectar su inocuidad, asimismo se debe evitar la contaminación cruzada, por ejemplo al almacenar productos que no hay recibido un proceso de lavado y desinfección.

La limpieza y desinfección de los cuartos fríos deberán realizarse cuando menos dos veces durante la temporada o cada vez que sea necesario.

Adecuar las instalaciones para reducir goteo por condensación o descongelación o evitar que este tipo de agua entre en contacto con el producto.

Limpieza y sanidad dentro del empaque

El objetivo del proceso de limpieza es el de remover los desperdicios del producto y de sociedad para que así los desinfectantes pueden destruir los microorganismos en las superficies de contacto del equipo así como en la planta misma

Una buena limpieza incluye:

- Poner cubierta resistentes al agua sobre los motores y cajas eléctricas, etc.
- Remover mediante limpieza general tanto desperdicios como sea posible.

- Enjuagar el equipo de arriba hacia abajo.
- Aplicar el detergente apropiado, empezando desde abajo y continuando hacia arriba.
- No permitir que residuos del detergente se quede en el equipo.
- Enjuagar con agua, empezando desde arriba y continuando hacia abajo.
- Inspeccionar el área por cualquier desperdicio de productos u otras partículas que se hayan quedado ahí. Limpiar otra vez donde la suciedad o los desperdicios se han encontrado.
- Aplicar el desinfectante a una concentración correcta

21.- COSECHA DE TOMATE

Una cosecha eficiente implica recoger aquellos productos del campo que estén en un nivel apropiado de madurez, con mínimo de daños y pérdidas, tan rápidamente como sea posible y con un mínimo de costos.

Las condiciones óptimas para la cosecha, para iniciar la cosecha se necesitan 65 días en las variedades precoces y 100 días en las variedades tardías, así contar desde el transplante.

Una cosecha eficiente empieza con la programación de las fechas de corte para contar con la disponibilidad oportuna de los materiales, maquinaria, instrumentos y mano de obra que se requieran.

Para iniciar a cosechar se tiene que hacer una detección y selección del tipo de productos a cosechar para darlos a conocer a las cuadrillas de cosechadores, con el propósito de tener el estado de madurez más apropiado y máxima uniformidad del producto.

Clasificación de color

Estado 1.- Verde Maduro: la superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según el cultivar.

2- Rompiendo: aparición de otro color, además del verde de fondo, en no más del 10% de la superficie del fruto.

3.- Pintón: entre un 10 a un 30% de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos.

Estado 4.- Rosado: entre un 30 a un 60% de la superficie, mostrando color rosado o rojo. Estado

5.- Rojo claro: entre un 60 hasta 90% de la superficie de color rojo Estado

6.- Rojo: más del 90% de color rojo.

Las operaciones de cosecha pueden ser manuales, con o sin ayudas mecánicas o completamente mecanizadas.

21.1 Cosecha Manual

Principales ventajas que puede tener una operación de cosecha manual son;

- a) Permitir una selección adecuada del producto a cosechar, e términos de madurez, sanidad y calidad en general
- b) Permitir manejar los productos cosechados con un mínimo de daños.
- c) Ofrece una gran elasticidad en la velocidad del corte si se encuentra con mayor número de cosechas que requiere, se puede incrementar la velocidad del corte si se cuenta con un mayor número de cosechadores, sin necesidad de hacer adaptaciones técnicas complicadas al equipo
- d) Requiere un mínimo de inversión de capital inicial.

Por lo que respecta a las desventajas que se pueden tener con una operación de corte manual, las más importantes son:

- a) Falta de disponibilidad de mano de obra
- b) Gran demanda de mano de obra en forma temporal, que no se puede sostener todo el año.
- c) Peligro de paros laborales en momentos críticos por picos en la producción.
- d) Rendimientos limitados de los trabajadores en general.
- e) Necesidad de programas de adiestramiento
- f) Peligro de accidentes y caídas de trabajadores al usar escaleras.

A pesar de esto problemas, la calidad es un aspecto tan importante en el éxito del mercado y comercialización de los productos perecederos que la cosecha manual es el método predominante de cosecha, aun en los países más desarrollados.

La cosecha se realiza durante la mañana para evitar las horas más soleadas y evitar la deshidratación de los frutos durante su traslado del invernadero hacia el centro de acopio o sala empacadora.

21.2 Cosecha Mecánica

La mecanización de la cosecha, así como el manejo post- cosecha del producto, son actividades que ha desarrollado y han evolucionado de acuerdo con las necesidades y niveles tecnológicos de cada región productora. Esta actividad y su desarrollo, en la actualidad, requieren enfoques interdisciplinarios, para lo cual es necesaria la participación de fisiólogos, tecnólogos en alimentos, economistas e ingenieros en distintas ramas, entre otros especialistas.

Principales ventajas y desventajas y problemas tecnológicos.

Con la cosecha mecanizada se mejoran las condiciones de trabajo de los cosechadores y se minimizan los problemas asociados con la consecuencia, contratación, adiestramiento, manejo y supervisión de la mano de obra. Además del uso efectivo del equipo para la cosecha mecánica requiere de personal calificado.

Sin embargo el equipo debe tener un mantenimiento preventivo regular y disponibilidad inmediata de refacciones para el mantenimiento correctivo de emergencia, sobre todo durante la temperatura fuerte de cosecha.

Los cultivos deben ser trazados y dispuestos de tal forma que la cosecha mecánica sea factible, lo cual implica una determinada distribución y un adecuado distanciamiento y poda de plantación.

Otros problemas que se presenta con la cosecha mecánica son:

- a) Daños a la corteza causados por los mecanismos de vibratorios.
- b) Carencia de capacidad de procesamiento y de manejo de la producción en un momento dado, al tener elevadas tasas de cosecha.
- c) Obsolescencia tecnológica del equipo antes de que este sea pagado.
- d) Impactos sociales por los bajos requerimiento de mano de obra.
- e) En cada país y en específico en EUA y en Canadá, existe una tabla de escala de colores para determinar el punto o momento de corte de los tomates, siendo esta una herramienta que ayuda en la optimización de las labores relacionadas a la cosecha y post cosecha de los tomates.

Para el buen funcionamiento y optimización de la producción, se cosechará de acuerdo a un programa establecido en el cual se dividirá el número total de invernaderos en 2 partes, para cosechar cada 2 días la totalidad de invernaderos. Este plan o estrategia se modificará de acuerdo a las necesidades de recolección tomando en cuenta el grado de maduración en función de la planta y las condiciones climáticas, siendo necesario en ocasiones dejar de cosechar por condiciones de lluvia o nubosidad en las cuales la maduración se retarda, y luminosidad excesiva aceleran la maduración es necesario cosechar diariamente todos los invernaderos

22.- Post- Cosecha de Tomate

El periodo transcurrido desde la recolección de los productos en el campo hasta que son consumidos en estado fresco o son utilizados en un proceso de reproducción o transformación, se le conoce con el nombre de post-cosecha. La post-cosecha comprende las etapas de selección, clasificación, empaque, embalaje, transporte, y almacenamiento. Sin embargo, su realización total y parcial o la secuencia de ellas depende de cada cultivo.

Se utilizan remolques y tractor para el acarreo del tomate recolectado, siendo recomendable colocar una lona o malla sombra sobre el remolque para proteger los frutos de la incidencia directa del sol y el aire, ya que estos factores provocan deshidratación y decaimiento de la calidad de los tomates.

Selección. En algunos procesos de clasificación se pueden utilizar seleccionadores electrónicos para separar frutos verde-maduros de los maduros o para frutos en diferentes etapas del proceso de maduración.

Después de realizar una selección por defectos y color, los frutos se separan en varias categorías por tamaño. La clasificación se puede hacer por diámetro con clasificadores de banda o por peso.

Envasado y paletizado. Comúnmente los tomates verde-maduros y rosados se colocan en los envases de envío, por peso o volumen. Los tomates se envasan por número de piezas y se clasifican por tamaño durante la misma operación. En las operaciones con volúmenes grandes, las cajas terminadas se paletizan.

Enfriamiento. Para tomates se puede utilizar enfriamiento por aire forzado. Mientras mayor es el tiempo de retraso desde la cosecha hasta el enfriamiento por aire forzado pueden producirse una excesiva pérdida de agua deshidratación. El enfriamiento por vacío con aire forzado en ocasiones se utiliza en EEUU. Para volúmenes pequeños de tomate "cherry". Las cajas paletizadas debe alcanzar la temperatura recomendada antes de que sean cargados para su transporte al mercado de destino.

Transporte

Antes de cargar el tomate es necesario realizar una completa limpieza, desinfección y desodorizarlos para evitar daños y pérdida de calidad de los frutos transportados

La distribución se realiza a los mercados de consumo con rapidez, evitando el deterioro de su calidad. Entre los diferentes tipos de transporte posibles: camión, ferrocarril, barco y avión (Nuez, 1995).

23.- COMERCIALIZACIÓN DE TOMATE

El tomate producido en invernadero lleva un valor agregado al tener una mayor concentración de nutrientes, uniformidad del fruto y larga vida de anaquel.

Sagarpa (2002) Los canales de comercialización del tomate están incluidos en dos esquemas muy dinámicos determinados por los requerimientos del mercado nacional e internacional, motivo por el cual los precios que rigen en ambos mercados son determinantes para los volúmenes que se comercializan.

La comercialización del producto tomate, se manejará de acuerdo a la producción que se obtenga y a la calidad de los mismos, estableciendo rangos de población para su oferta a través de diversos mecanismos que permitan su manejo adecuado en el tiempo y la oportunidad de los mercados para lograr el mejor precio.

En la comercialización nacional la relación productor - comerciante mayorista abarca el 70% del tomate consumido en fresco; el 15% se comercializa mediante intermediarios regionales; el 8% mediante una cadena de comercialización que tiende a disminuir, constituida por el productor - intermediario local - intermediario regional - mayorista; y el 7% restante por comisionistas independientes.

23.1 Mercado Mexicano

A nivel nacional los tres canales de distribución principal del tomate:

- a).- El productor envía al empaque y este remite la producción a centrales de abasto y tiendas de autoservicio que canalizan el producto al consumidor nacional.
- b).- El productor, que a través de intermediarios, consolida su producción a las grandes bodegas y los mercados locales.
- c).- El productor envía al empaque y este a su vez reenvía al bróker que es quien canaliza la producción a tiendas de autoservicio y distribuidores al menudeo que se encargan de remitir el producto al consumidor extranjero.

Para la realización de la cosecha de tomate se tiene proyectada la venta de manera directa en la localidad de origen, en primer lugar, para pasar a un segundo nivel con ventas a nivel regional, mayoristas y detallistas.

La producción de tomate, con el uso de variedades del tipo indeterminado, permite la venta durante un periodo de 6 meses, dando manejo adecuado con las podas y el desarrollo fisiológico para alargar la vida de las plantas y la producción de fruta durante más tiempo.

Los mercados de abasto localizados en las capitales de los estados su principal objetivo es la comercialización de tomate fresco, de frutas y hortalizas en general.

Se estima que anualmente ingresan a esta central de la CD de México alrededor de 288 mil toneladas que representa un promedio diario de 800 toneladas de tomate en sus dos presentaciones: bola 30% y saladette 70%. De Enero a Mayo; una media que va de Junio a Octubre, y la temporada de menor oferta o baja, que abarca Noviembre y Diciembre.

24.- Experiencia Personal en el Sector Laboral

Posteriormente al haber concluido mi formación profesional tuve la oportunidad de entrar al sector laboral en la empresa “GRUPO VILLALORI S.A DE C.V” encargada de producir tomate bajo condiciones de invernadero ubicado en San Juan del Rio Querétaro.

En dicha empresa he tenido la oportunidad de ir aprendiendo todo lo referente en cuanto a la producción de tomate bajo condiciones de invernadero desde la planeación de las actividades a realizarse durante el desarrollo del proceso de producción hasta la comercialización del producto, con relación a la literatura aquí citada todo lo relacionado con el manejo tiene mucha similitud con lo que yo he puesto en práctica en mi trabajo. Aunque no siempre todo lo dicho en una literatura puede ser semejante en el campo laboral por lo que siempre se presentan nuevas tendencias en cuanto a tecnología de los invernaderos ya que a veces no se pueden tener las mismas condiciones tecnológicas, por lo que uno como ingeniero debe de saber buscar la forma de establecer diferentes alternativas y soluciones a los problemas que suelen presentarse cotidianamente.

Palabras claves: invernadero, producción, tomate (*Solanum lycopersicum*), rendimientos, inocuidad y condiciones climáticas.

25.- LITERATURA CITADA

- Ayers, R. S. Westcot, D. W. 1976. Calidad del agua para la agricultura. FAO. Irrig. And Drainage No 29. Roma.
- Campaña, A. C. 2008. Situación actual y perspectivas de la industria de los Invernaderos en México. En: de Riego. pp. 8 -11.
- Apodaca S.M., A.J. Carrillo F., y E. cruz O. 1998. Peca bacteriana, Enfermedades de las hortalizas. J. Cruz O., R. García E., y A Carrillo F. (Eds.) Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México.
- Anita, B. and G. Rajendran, 2002. Nursery application of *Pseudomonas fluorescens* for the control of *Meloidogyne incognita* on tomato and brinjal. *Nematología Mediterranean* 30:209-210.
- Alexander, S. A. and Waldenmaier, C. M. 2002. Supression of *Pratylenchus penetrans* populations in potato and tomato using African marigold. *Journal of Nematology*. 34(2):130-134.
- Blancard, D. 1990. Enfermedades del jitomate. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Bastida T., A. 2002. Sustratos hidropónicos. Serie de publicaciones Agribot. Chapingo México.
- Cermeli L. M; Doreste S. E y Van L. B. 1982. *Aculops lycopersici* (MASSEE, 1937) (Acari, Eriphyidae) nueva plagas del cultivo de tomate en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 12 (3-4): 227-234.
- Conti M., D. Gallitelli, V. Lisa, O. Lovisolo, G.P. Martelli, A. Rogozzino, G.L. Rana y C. Vovlas 2000. Principales virus de las plantas hortícolas. Edición Mundial Prensa. Madrid España.
- Castilla, N. 1985. Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: necesidades hídricas y extracción de nutrientes del cultivo de tomate de Crecimiento indeterminado en abrigo de politécnico. Tesis de Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

- Cristóbal- Alejo. J. 2001. Estudios epidemiológicos, alteraciones nutrimentales y estadios de sobrevivencia en el patosistema *lycopersici esculentum-Nacobbus aberrans*. Tesis de Doctorado, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México.
- De Bokx J.A. And Huttinga H. 1981. Potato virus. Y. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses 242 (No 37 revised).
- Dodson J., B. Garbor, P. Himmel, J. Kao, V. Stravato, J. Watterson y W. Wiebe. 1997. Enfermedades del jitomate: guía práctica para agricultores, productores y comercialización de semillas y asesores agrícolas. B. Garbor y W. Wiebe (eds.). Seminis vegetable Seeds. USA.
- Dodson J., B. Garbor, P. Himmel, J. Kao, V. Stravato, J. Watterson y W. Wiebe. 1997. Enfermedades del jitomate. B Gabor y W. Wiebe (eds.). Seminis Vegetable Seeds Inc. California, USA.
- Francki R.I.B., D.W. Mossop and T. Hatta 1979. Cucumber mosaic virus. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses No. 213.
- Franco-Navarro, F. 2002. Incorporación de residuos de col y *Ricinus communis*. L. para el manejo de *Nacobbus aberrans* y su impacto en la nutrición del jitomate. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillo. Estado de México.
- Gil V., I y I. Miranda V. 2000. Producción de jitomate rojo en hidroponía bajo invernadero. Serie de publicaciones Agribot. Chapingo México.
- Hollings M. and H. Huttinga 1975. Tomato mosaic virus. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses No.156.
- Jaspars E. M.J. and L. Bos 1980. Alfalfa mosaic virus. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses No 229(No 46 revised).

- Jones, J. B. et al. 1991. Compendium of tomato diseases. APS- Press. USA.
- Jones, J. B. Jr. 1999. Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. Florida, U. S. A.
- King A. B. S. y J. L. Saunders. 1984. Las plagas de invertebrados de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa rica.
- Ley F. J. H. y R. S. García E. 1998. Virus que afecta el cultivo de tomate. In: enfermedades de las hortalizas. Pp. 79-83 In: E. Cruz O. J., S. García E. R. y A. Carrillo F. J. (eds.). Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México.
- Martelli G.P., A. Quacquarelli and M. Russo 1971. Tomato bushy stunt virus. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses No 69.
- Martínez A, J. 1974. Estudios sobre la enfermedad del "pinto" del jitomate *Lycopersicon esculentum Mill*, en la región de Actopan, Hidalgo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- Martínez R. J. L. 1990. Manejo integrado de virosis en jitomate. Revista Mexicana de fitopatología. 8(2):132-134.
- Martínez, P.F. 1984. Mejora de la fructificación del tomate en invernadero. Tesis de Doctoral. Universidad Politécnica. Madrid.
- Mendoza – Zamora, C.1996. Enfermedades fungosas de hortalizas Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Mendoza – Zamora, C.2000. Fungicidas para el manejo de enfermedades en hortalizas In: Tema selectos en fitosanidad y producción de hortalizas. N. Bautista M., D. Suarez V.A. y O. Morales G. (eds.) colegio de Postgraduados.
- Mendoza Z.C. 1990. Fungicidas sistémicos y su modo de acción. UACH., Chapingo, México.
- Mendoza Z.C.1992. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresa. En: manejo Fitosanitario de las hortalizas en México. Eds. Anaya, R. S. Bautista y B. Domínguez R. C.P. SARH. Chapingo, México. Pp. 273-312.

- Mendoza Z.C. y B. Pinto C. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades Causadas por hongos. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Mondoñedo, R.1998.Manualaes para la educación agropecuaria “tomates” editorial Sep. /Trillas, Vol.16.Mexico, 1988.pp. 51.
- Nuez F, et al, 1995. El Cultivo del Tomate, AEDOS S, A, Madrid España. Roberto. Anderlini, cultivo del tomate, tercera edición, 1980. Robinsón R. W., Wilczynsky, H., y Dennis, F. G. Jr. 1968. Chemical promotion of tomato fruit ripening.
- Núñez, C. R. D. 1998. Cáncer bacteriano p. 73-78. In. J. Cruz O., R. García E., y A. Carillo F. (eds.). Enfermedades de las hortalizas. Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa México.
- Pérez y G., M y R. castro B.1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Potter, J. W. and the H. A. Olthof, 1977. Analysis of crop losses in tomato due to *Pratylenchus penetrans*. Journal of Nematology. 9:290-295.
- Ramírez V. J. y J.H. ley F.1998. Marchitez manchada. Pp 84-86. Enfermedades de las hortalizas, E. Cruz O.J., R.S. García E. y J. A. carrillo F. (eds.). Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México.
- Rodríguez fuentes, Humberto. El tomate rojo sistema hidropónico. México trillas, 2006.
- Rodríguez R., A. 1999. Manejo del cultivo extensivo para industria, pp. 255-309.
- Rodríguez, R.R., Rodríguez, J.M.T., san juan, J.A.M. 1984. Cultivo moderno del tomate. Mundi-Prensa. Madrid.

- Rodríguez., M. M. L. 2000. Enfermedades bacterianas más comunes en hortalizas. P. 128-133. In. N. Bautista M., D. Suarez V. A. y O. morales G. (eds.). Temas selectos en fitosanidad y producción de hortalizas Colegio de Postgraduados. Motecillo, México.
- Romero C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Patronato Universitario. Univ. Aut. Chapingo. Chapingo, México.
- González, A., Salas, M.C., Urrestarazu, M. 2000. Producción y calidad en el cultivo de tomate cherry. En: Manual de cultivo sin suelo. Editorial Mundi-Prensa y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Sánchez, C.M. A. y Rodríguez, B. E. 1982. Caracterización e identificación de cáncer bacteriano del jitomate en el valle de Culiacán, Sinaloa. In p. 107. Memorias del X Congreso Nacional de Fitopatología.
- Shepherd, R. J. and D.E Purcifull 1982. Tobacco etch virus. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses No.258 (No55 revised).
- Shurtleff, M.C. and C.W. Averre, 2000. Diagnosing plant diseases caused by nematodes. APS Press. USA.
- Siddiqi, I. A. and S. S. Shaukat, 2003. Role of iron in rhizobacteria-mediated Supression of root-infecting fungi and root-knot nematodes in tomato. Nematología Mediterranean 31:11-14.
- Stace- Smith, R. 1970. Tabacco ringspot virus. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses. No17.
- Walker, J.Ch. 1975. Patología Vegetal. Trad. 2ª Edición. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.
- Whitehead, A. G. 1998. Plant nematodes control. CAB International, UK.
- Widders, I.E., Lorenz, O.A. 1979. Tomato root development as related to potasium nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 216-220.
- Wittwer, S.H., Honma, S. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State University Press. East Lansing.

Zaitlin, M. 1975. Tabacco mosaic virus (type strain). Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologist. Descriptions of Plant Viruses No. 151.

Zamudio, G. V. 1987. Evaluación de la resistencia de colecciones y variedades comerciales de jitomate (*Lycopersicon* spp.) a *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, estado de México.

CITAS DE INTERNET.

[http://www.olivos.cl/blog/riego-en-tomate-bajo-invernadero.](http://www.olivos.cl/blog/riego-en-tomate-bajo-invernadero)

[http://www.corpoica.org.co/sitioweb/webbac/Documentos/Tomatebajo-invernadero.](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/webbac/Documentos/Tomatebajo-invernadero)

http://www.nl.gob.mx/pics/pages/da_publicaciones_base/manual-invernaderos.pdf

[http://www.sefoa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf.](http://www.sefoa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf)

[http://www.cesavebc.com/PIA/documentos/web%20pia/PROTOCOLO%20DE%20TOMATE.pdf.](http://www.cesavebc.com/PIA/documentos/web%20pia/PROTOCOLO%20DE%20TOMATE.pdf)

[http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf.](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf)

[http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_jitomate_11.pdf.](http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_jitomate_11.pdf)

[http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf.](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf)

[http://inta.gob.ar/documentos/guia-de-consultas-enfermedades-del-tomate.](http://inta.gob.ar/documentos/guia-de-consultas-enfermedades-del-tomate)

[http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00228.pdf.](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00228.pdf)