

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Bajo Condiciones de Alta Tecnología

Por:

LUIS ESPÍNOLA ALVARDO

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de Tomate (*Solanum lycopersicum L.*) Bajo
Condiciones de Alta Tecnología

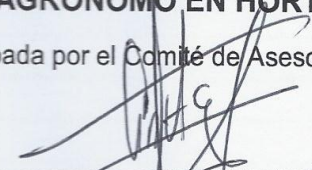
Por:

LUIS ESPÍNOLA ALVARADO

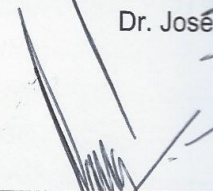
MONOGRAFÍA

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

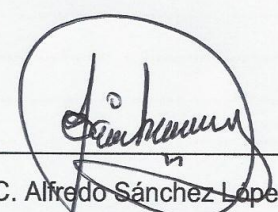
Aprobada por el Comité de Asesoría:



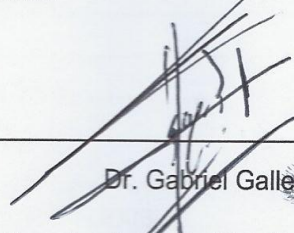
Dr. José Antonio González Fuentes
Asesor Principal



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



M.C. Alfredo Sánchez López
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
Saltillo, Coahuila, México



Mayo 2018

Contenido

RESUMEN.....	4
OBJETIVO.....	2
PALABRAS CLAVE.....	2
INTRODUCCIÓN	5
GENERALIDADES DEL CULTIVO	6
<i>Origen</i>	6
<i>Clasificación taxonómica</i>	6
<i>Morfología de la planta</i>	7
<i>Raíz</i>	7
<i>Tallo</i>	8
<i>Hoja</i>	8
<i>Flores</i>	8
<i>Frutos</i>	9
<i>Semillas</i>	9
<i>Fenología del cultivo</i>	10
FACTORES CLIMÁTICOS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN.....	11
TEMPERAURA.....	12
HUMEDAD RELATIVA	13
VENTILACION.....	14
LUMINOSIDAD.....	15
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	15
MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO.....	16
SEMILLERO	16
TRASPLANTE	18
LABORES DEL CULTIVO	19
ENREDA O CLIPEO	19
DESHOJE	19
COLOCACIÓN DE ARCO FLEXIBLE	20
RALEO	20
POLINIZACIÓN	20

BAJADA DE PLANTA.....	21
PLAGAS Y ENFERMEDADES	21
MANEJO INTEGRADO	22
Manejo integrado de plagas (MIP).....	22
Manejo integrado de enfermedades (MIE)	22
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	23
Control cultural.....	24
Control biológico.....	24
Control químico.....	25
Paratrypanosoma (<i>Bactericera cockerelli</i>)	26
Control cultural.....	27
Control biológico.....	27
Control químico.....	28
ENFERMEDADES	28
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	28
Distribucion geografica.....	29
Síntomas y daños.....	29
Ciclo de vida y condiciones que lo favorecen	30
Medidas preventivas	30
Control biológico.....	30
Control químico.....	31
Cáncer bacteriano en tomate (<i>Clavibacter michiganensis.</i>).....	31
Ciclo de vida y condiciones favorables.....	32
Medidas preventivas	32
Control cultural.....	33
Control químico.....	33
Control en la empresa.....	34
Control químico.....	35
Evaluación de clavibacter	35
RESULTADOS.....	39
COSECHA Y EMPAQUE	42
BIBLIOGRAFIAS.....	41

RESUMEN

La agricultura protegida en México se ha convertido en una de las actividades más dinámicas y de mayor crecimiento en el país dentro del rubro agrícola. El ritmo de crecimiento de la agricultura protegida en sus diferentes modalidades en México un incremento considerable en promedio anual. El tomate es una de las principales hortalizas bajo cubierta (70%) entre las que destacan las tipo bola (Beef) Saladette y cherry (Ponce, 2011). Esta tendencia se ha reflejado a nivel nacional donde se practican dos ciclos cortos de producción al año. Sin embargo, existen factores asociados a problemas en el cultivo de tomate como la calidad de plántula, clima, manejo cultural, sanidad, calidad entre otros., que de no ser monitoreados y controlados adecuadamente pueden provocar bajos niveles de productividad al final del ciclo o temporada.

PALABRAS CLAVE: Clima manejo cultural, sanidad, calidad entre otros.

OBJETIVO. Indicar las estrategias, climáticas, riego y labores culturales que se llevan a cabo en invernaderos de alta tecnología.

INTRODUCCIÓN

En México y en todo el mundo el tomate (*Solanum lycopersicum L*) es cultivado en grandes superficie entre los cuales los principales países con mayor producción se encuentran China en primer lugar, Estados Unidos el segundo, la India el tercer lugar en cuanto a México ocupa el décimo lugar en cuanto a producción, pero el tercer lugar en el mercado de exportación. El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel mundial, teniendo un consumo per cápita mundial es de 17.6kg por año (por persona) y en el Continente Americano con 26.9kg por año (por persona), en México tenemos entidades productoras como son Sinaloa con el 35% de la producción nacional, Baja California, San Luis potosí, Michoacán, Nayarit y Morelos.

Al cierre del 30 de septiembre del 2016, en el reporte de avances de siembra y cosecha del ciclo otoño/invierno, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), contabilizo más de 23 mil hectáreas sembradas con tomate y una producción de poco más de un millón de toneladas.

Estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) reflejan que en el país son destinadas a la producción de tomate más de 51 mil hectáreas en cielo abierto y agricultura protegida, con una producción estimada de 2.8 millones de toneladas, siendo los principales estados productores a Sinaloa, Michoacán, y San Luis Potosí teniendo una producción de 1, 294,581.06 toneladas conjuntamente, seguidas por Zacatecas, Baja California Sur y Jalisco.(SIAP, 2015).

La agricultura protegida altamente tecnificada comprende retos importantes en el desarrollo de sus componentes desde el diseño de plásticos con características especiales en cuanto a resistencia, durabilidad y mayor eficiencia en la transmisión de radiación que permita a las plantas una mayor fotosíntesis y el diseño de estructuras apropiadas para diversas condiciones en cuanto a resistencia, forma, altura y composición. Sumado a esto, las especies y cultivos seleccionados y adaptados a estas condiciones, junto con los sistemas de riego, fertilización y manejo integrado de los cultivos que deben funcionar

armónicamente bajo las estructuras. Complementariamente, la mecanización y automatización del sistema para medir y monitorear las variables climáticas de forma tal que el cultivo tenga condiciones óptimas para su desarrollo (Jaramillo J. E., y otros, 2013).

El tomate es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, sólo superado por el ganado vacuno (Contreras, Olivarez, Vázquez, & Zavala, 2009).

GENERALIDADES DEL CULTIVO

Origen

El tomate es originario de América del sur, entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. (Jaramillo J. , Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Solanum*

Subgénero: *Potatoe*

Sección: *Petota*

Especie: *Solanum lycopersicum L*

Morfología de la planta

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva anualmente. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta y según el hábito de crecimiento las variedades se dividen en determinadas e indeterminadas. Las variedades de hábito indeterminado, usualmente las de invernadero tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extienden por periodos muy largos, presentan la yema terminal del tallo vegetativa y hay de tres o más hojas entre cada inflorescencia a lo largo del tallo (Flores, 1986); (Catie, 1990); (Martínez, 2001); (Zeidan, 2005).

Raíz

El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la

planta resulta en un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martín, 2009).

Tallo

Los tallos son ligeramente angulosos, semi-leñosos. El tallo principal de la planta de tomate tiene de 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis (Zeidan, 2005). Los tallos y ramas son de consistencia herbácea, por lo cual la planta no se sostiene por sí sola, siendo necesario el empleo de tutores para su cultivo, particularmente en las variedades indeterminadas (Lobo & Jaramillo, 1984). En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

Hoja

La planta presenta hojas compuestas, imparipinnadas, con un foliolo terminal y de ocho a nueve foliolos laterales, los cuales generalmente son peciolados, lobulados, con borde dentado y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas compuestas se disponen de forma alternada sobre el tallo (Lobo & Jaramillo, 1984).

Flores

Las flores del tomate son hermafroditas y constan de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos tienen un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y formando un tubo que lo encierra, conformación que favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario, de un estilo largo, simple y levemente engrosado. El ovario tiene entre dos y 20 óvulos, formados de acuerdo con la variedad y que reflejan la forma del fruto que podría desarrollarse. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas (Jaramillo J., Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

Frutos

El fruto del tomate se denomina baya y presenta diferentes tamaños, formas, color, consistencia y composición, según el tipo de tomate. Está constituido por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. En los lóculos se forman las semillas. Los frutos maduros pueden ser rojos, rosados o amarillos; su maduración puede ser uniforme, pero existen algunas variedades que presentan hombros verdes debido a un factor genético. La exposición directa de los rayos del sol sobre los frutos con hombros verdes acrecienta su color a un verde más intenso, y en algunos casos estos toman una coloración amarilla; el cubrimiento de los frutos con el follaje reduce este fenómeno. Es importante al momento de elegir una variedad determinar si el mercado acepta esta característica (Lobo & Jaramillo, 1984); (Flores, 1986); (Zeidan, 2005).

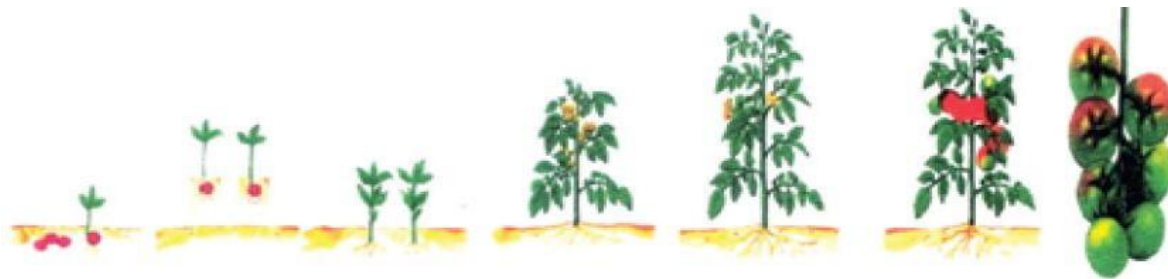
Semillas

La semilla del tomate es pequeña, generalmente de forma lenticular y con un diámetro de 3 a 5 mm. Puede ser de forma globular, ovalada, achatada o casi redonda, ligeramente elongada, plana, arriñonada, triangular y con la base puntiaguda; y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos. El embrión a su vez está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. Las semillas dentro del lóculo en sus últimas etapas de desarrollo aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (Lobo & Jaramillo, 1984); (Flores, 1986); (Zeidan, 2005). En un fruto se pueden encontrar entre 100 y 300 semillas dependiendo, proporcionalmente, del tamaño del fruto. Un gramo de semillas contiene entre 300 a 400 unidades.

Fenología del cultivo

La fase de desarrollo vegetativo de la planta comprende cuatro subetapas que se inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días después del trasplante (ddt) hasta la aparición de la primera inflorescencia.

Una vez florece la planta se inicia la fase reproductiva, que incluye la etapa de floración la cual inicia a los 25 - 30 ddt, desde la formación del fruto y su llenado hasta la madurez para su cosecha, entre los 85 a 100 ddt. La etapa reproductiva tiene una duración cercana a los 180 días. Se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (Pérez, Hurtado, Aparicio, Quirino, & Larín, 1996). El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses cuando el cultivo se lleva a diez racimos.



Semillero	Trasplante	Floración	Formación del fruto	Primera cosecha
0 – 30	30 – 35	28 – 35	55 – 60	85 – 90
Días	Días	Días	Días	Días

Ciclo total: 210 Días – 7 Meses Aprox. DDT – Días después del trasplante

Fases Fenológicas del Cultivo de Tomate

Fuente: (Jaramillo J. E., y otros, 2013).

FACTORES CLIMÁTICOS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN

El manejo del clima al interior del invernadero es uno de los pasos fundamentales para alcanzar altas productividades. El tomate es una planta sensible a cambios extremos de altas y bajas temperaturas y altas o bajas humedades relativas, por tanto es necesario mantener éstas dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo.

El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, manejo de

poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada (Pérez, Hurtado, Aparicio, Quirino, & Larín, 1996).

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2.000 msnm tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido.

Los tomates son vegetales de clima cálido, que no tienen tolerancia incluso a heladas leves. Estas plantas no sobreviven a temperaturas por debajo de los 50 grados Fahrenheit (10°C). El rango de temperatura óptima para las mismas se encuentra entre los 75 y los 85°F (entre 24 – 29.5°C). Los tomates en condiciones de mucho frío o humedad no prosperarán, y serán más susceptibles a infectarse y pudrirse (Tun, 2014).

TEMPERAURA

La temperatura es el principal factor climático que influye en la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta. El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero en cada periodo crítico.

El tomate es una planta sensible a cambios extremos de temperaturas y/o humedades, siendo necesario mantener estas últimas dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo durante el día debe estar entre 18 – 22°C y en la noche no superior a 16°C. Para el desarrollo productivo es necesaria una temperatura diurna entre 23 – 28°C y en la noche, entre 15 – 22°C. Cuando las temperaturas son mayores de 25°C y

menores de 12°C la fecundación no se da o es muy baja, ya que se disminuye la cantidad y calidad del polen produciendo caída de flores y deformación de frutos (Martínez, 2001).

Con temperaturas menores de 12°C, se producen ramificaciones en las inflorescencias. A nivel del fruto, este se puede amarillear si se presentan temperaturas mayores de 30°C y menores de 10°C. En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10 – 12°C (Martínez, 2001).

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa óptima juega un papel importante dentro del invernadero, incidir directamente en la presencia de plagas y enfermedades y en los niveles de polinización. Cuando se alcanzan valores superiores al 80%, el grano de polen se aglomera y cuando son valores por debajo del 60% el grano de polen se deshidrata reduciendo el cuaje de los frutos. Además, una alta humedad incrementa la presencia de plagas y enfermedades. Por lo tanto, para el tomate se debe mantener un rango que oscile entre 60 – 80% (Mercado & Rico, 2011) y entre un 50% y un 65% para su óptimo crecimiento y fertilidad según (Jaramillo J. E., y otros, 2013).

Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades como *Phytophthora infestans*, *Botrytis cinerea* y *Erwinia carotovora*, presentándose una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, como son: el manchado,

produciéndose una maduración por parches asociada también a una deficiencia de potasio; grietas o rajaduras radiales o concéntricas en el fruto; cara de gato o malformación del fruto y frutos huecos; dificultades en la fecundación por la compactación del polen; y además las flores pueden caerse (Jaramillo J. , Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

Cuando la humedad relativa es baja y la temperatura es alta, se debe ventilar para facilitar la circulación del aire, pues se produce una mayor tasa de transpiración pudiendo causar estrés hídrico, mayor actividad radicular y cierre estomático reduciendo la actividad fotosintética de la planta y disminuyendo la absorción de agua y nutrientes; bajo estas condiciones se ve favorecida la aparición del desorden fisiológico conocido como “podredumbre apical” o blossom end rot causado por la deficiencia de calcio. Por otro lado, la humedad relativa baja también deshidrata el polen, produciéndose igualmente anomalías en la fecundación, producción de frutos pequeños, deformados y huecos.

VENTILACION

El porcentaje de humedad relativa dentro del invernadero determina el éxito de cada fase vegetativa de los cultivos, de ahí la importancia de su control. Los métodos o formas de aireamientos varían de acuerdo con el modelo de invernadero empleado. El porcentaje de ventilación varía en función del clima de cada región y de un tipo de cultivo a otro. En general, las regiones de humedad relativa elevada exigen sistemas más eficientes de ventilación o mayor porcentaje de área de ventilación.

Cuando existen corrientes de vientos calientes o fríos, se ve afectada la floración y se altera el balance fotosintético de las hojas. Los vientos fuertes, asociados con humedad relativa alta, son más propicios para el ataque de enfermedades bacterianas y de hongos.

LUMINOSIDAD

Como impulsora de la fotosíntesis, la luz es fundamentalmente importante para la producción de los cultivos. El desarrollo y crecimiento de la planta son influenciados significativamente tanto por la cantidad como por la calidad de la luz. La energía luminosa también es relevante para otros factores. El cálculo de evapotranspiración (ET) para programar los riegos usa radiación solar como variable clave. Los largos periodos de humedad en las hojas o la alta humedad del ambiente, las cuales son condiciones propensas para contraer enfermedades, pueden ser mitigados con días soleados en contraste con días nublados. Es importante que los productores entiendan esta importante variable para producir plantas de calidad en forma eficiente (Reed, Nagpal, Pool, Furuya, & Chory, 1993); (Erwin, Rohwer, & Gesick, 2005); (Ellington, 2003).

La radiación es esencial para la fotosíntesis, donde la energía obtenida es utilizada para sintetizar carbohidratos y donde se crea la materia orgánica de la planta. Para la floración y el cuajado el umbral mínimo de radiación total es 0.85 MJ/m², aunque es preferible mayor radiación en menor periodo de tiempo, que radiación más débil durante más tiempo.

la etapa de plántula o semillero en la que se recomienda no superar los 3.24 MJ/m² (900 w/m²) puesto que disminuye la fotosíntesis y la transpiración, provocando plantas mal proporcionadas, débiles. En semilleros se maneja entre 0.72 MJ/m² (200 w/m²) y 2.52 MJ/m² (700 w/m²) (Lozano, 2010).

DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Este parámetro es uno de los principales determinantes de la producción, ya que forma parte de la fórmula base de la fotosíntesis. La concentración de CO₂ necesaria para un cultivo de tomate de ciclo largo durante un año según sus

diferentes fases son las siguientes: en crecimiento vegetativo antes de que aparezcan las flores es de 700 – 1,000 partes por millón (ppm), en desarrollo de fuertes racimos y flores es de 500 – 700 ppm, en el mantenimiento del balance de la planta es de 900 – 1,500 ppm, en el mantenimiento de la calidad de las flores es mayor de 400 ppm y por último en el mantenimiento de la calidad de los frutos es de 1,000 – 1,250 ppm (Rodríguez, 2005).

MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

La producción de tomate bajo invernadero se basa principalmente en la siembra del material genético. Entre las ventajas que presentan dichas Semillas Híbridas que maneja el productor destacan su alto costo, vigor, buena uniformidad, alta producción, excelente calidad y tolerancia a algunas enfermedades.

SEMILLERO PARA PRODUCCION DE PLANTULA

- Desinfección y limpieza del invernadero o del sitio del mismo usado como semillero (generalmente se usa formalina o bases cuaternarias de amonio).
- Es de gran importancia la desinfección y limpieza de los semilleros ya que

es donde la plántula se le dará el seguimiento necesario hasta que llegue al trasplante del invernadero, con el afán de llevar al trasplante plantas sanas y fuertes.

- Se deben de monitorear las plagas y enfermedades que vayan saliendo mientras se está haciendo el proceso de plántula en semillero, siempre es recomendable llevar a cabo un mapa de las plagas y enfermedades para así mismo programar las aplicaciones necesarias.
- En el semillero se debe tener un control muy estricto con el personal, ya que al igual que un bebé las plantas pequeñas están más expuestas a enfermarse. Y son más sensibles a todos los cambios que se presenten dentro del semillero.
- El personal todos los días debe de desinfectarse completamente antes de entrar a laborar, todos los días debe de usar un traje limpio y en caso de que en lavandería no se lo hayan lavado deberá de usar un overol.
- En el semillero no se permiten más de dos visitas en lo que se está haciendo todo el proceso de la plántula.
- Las visitas deben de entrar con overol y no pueden venir de otros semilleros y/o invernaderos
- Es de gran importancia cambiar cada 4 horas el desinfectante que se está utilizando ya que las moléculas se evaporan rápidamente.
- Lavado y desinfección de las charolas (generalmente con jabón y agua y sumergirlas en una tina o recipiente que contenga cuaternario de amonio a 1500ppm).
- Seleccionar adecuadamente el sustrato a utilizar normalmente hacemos pruebas de germinación con diferentes sustratos y diferentes mezclas para elegir el adecuado.
- Marcado para la siembra de la superficie del sustrato en cada cavidad, a base de pequeñas incisiones (menor a 0.5 cm de profundidad). Puede

hacerse de forma manual o mecánica.

- Posteriormente realizamos la siembra en el sustrato ya humedecido a su capacidad adecuada o deseada, una semilla por cavidad.

En lo que es el manejo en cuanto emerge la llevamos a un lugar donde tenga mayor luminosidad en cuanto empieza a tener hojas verdaderas comenzamos a realizar fertilización manejo de plagas y enfermedades, tanto preventivos como correctivos. Este proceso dura unas cuatro semanas y en ese tiempo se realiza la desinfección y preparación del invernadero para el trasplante en el cual hay que considerar los siguientes puntos:

- Limpieza del interior del invernadero: para ello llevamos a cabo una organización de actividades que se realizan como son recolección de gachos, clip y todo lo que se puede reusar para el siguiente ciclo. Se retira todo lo que es restos vegetales así mismo el sustrato solo se utiliza una vez.
- Desinfección: en la desinfección se realiza en toda la parte interna del invernadero con cuaternario de amonio a 1500ppm, de manera que todas las partes del invernadero sean desinfectadas como canaletas, piquetas, tubines, estructuras, mayas y pantallas.
- Acomodo de sustrato: una vez que se haya terminado la limpieza y desinfección del invernadero continuamos con la colocación de sustrato en lo que son las canaletas y comenzamos a hidratarlo con agua para que tome forma la fibra de coco.

TRASPLANTE

Cuando tenemos todo listo para que las plantas de semillero lleguen al invernadero continuamos con lo que es el trasplante, es importante ver la variedad que se va a introducir al invernadero para ver la cantidad de planta por m², esos días (3) son cruciales para la planta debido a que se está adaptando a un lugar

con mayor cantidad de luz, menos humedad relativa, déficit de humedad alto y en ocasiones temperaturas también altas. Por lo que el manejo de clima y riego juega un papel muy importante dentro del invernadero para que las plantas se adapten lo mejor posible. Lo ideal es que desde semillero se le dé a la plántula estrés por medio de radiación y estrés hídrico, así llegara una plántula más generativa y se adaptara mejor a su nueva habitad.

LABORES DEL CULTIVO

En cuanto terminamos lo que es la plantación se comienza a lo que llamamos tirar gancho que es colocar un gacho desde el tutor con una rafia que llegue hasta la parte donde encuentran las plantas. Una vez que se termina de colocar todos los ganchos el personal se dedica a la colocación del primer clip en la parte base de la planta para darle su primer soporte.

ENREDA O CLIPEO

Una vez que la planta comienza a desarrollar se realiza lo que es la enreda o el clipeo esto dependerá de la decisión del técnico de invernadero ya que la planta se enreda si queremos hacer una planta generativa y el clip es hacer una planta vegetativa. Al hacer el clipeo o enreda se desprenden lo que serían los brotes laterales entre más pequeños es mejor ya que ayudamos al equilibrio de la planta en que se haga más generativa. Si la planta va muy vegetativa le quitamos una hoja atrás del racimo para disminuir su vigor. Esta actividad se mantiene durante todo el ciclo de la planta hasta que se llega a la decapitación de la misma.

DESHOJE

La planta al tener ya 9 hojas verdaderas comenzamos el deshoje esto va a depender de la época del año del vigor de la planta, si es una planta muy vegetativa se pueden manejar hasta 6 hojas por planta hasta llegar al 5 racimo formado, después de ahí si es en invierno se dejaran de 9 a 11 hojas por planta y si es verano se dejaran de 12 a 16 hojas, esto no es una regla general podemos dejar en ocasión en invierno hasta 7 hojas según las condiciones y la planta y producción que se desee, en este ciclo tuvimos una enfermedad causada por una bacteria que se llama crease root (raíz loca) es una bacteria que se mete en el

núcleo de la célula y le da la indicación a la planta de hacer raíz y por ende la planta se dedica más a hacer hojas que fruta y hace una planta muy vegetativa en ese caso manejamos solo 4 hojas verdaderas por planta y cada semana se retira con el clipero hoja atrás del racimo para poder bajar el vigor de la planta es decir el deshoje dependerá de cómo se vea la planta y de los datos de la fenología.

COLOCACIÓN DE ARCO FLEXIBLE

Esta actividad solo se lleva a cabo en las variedades de tomate e fruto grande (saladet, bola y tov) que nos ayuda a soportar el peso de la fruta y que el pedúnculo no se doble. Es de gran importancia colocarlo ya que ayuda hasta en un 25% más de producción según datos que hemos tomado nosotros.

RALEO

Realizamos un raleo o conocido también como poda de calidad a los racimos esto se lleva a cabo con la finalidad de mayor calidad en los frutos que se cosecharan después de que se realiza el raleo 7 semanas, el raleo puede variar según la época del año, así mismo como la variedad que se tenga.

El crecimiento de los frutos generalmente se da en un ambiente de fuerte competencia por asimilados con otros frutos en crecimiento, con la continuación del crecimiento vegetativo (tallo y hojas nuevas) y con la raíz. Cuando crecen simultáneamente varios frutos, la competencia por asimilados entre ellos puede hacer que su tamaño sea menor, lo que comercialmente es castigado con un menor precio; por ello, una práctica común consiste en eliminar de cada inflorescencia un cierto número de flores o frutos muy pequeños a fin de que los que se dejan alcancen un mayor tamaño y buen precio. De acuerdo a las condiciones ambientales y el vigor de las plantas de cultivares tipo bola, se recomienda dejar entre 4 y 5 frutos por racimo en los primeros 4 racimos y 4 frutos del séptimo racimo en adelante.

POLINIZACIÓN

Las flores del tomate son hermafroditas y se auto polinizan cuando las condiciones de luz, temperatura, humedad relativa y viento son adecuadas. Una buena

polinización y fecundación es especial para el amarre de los frutos y para el tamaño final que alcancen los mismos. En general las flores de las plantas requieren el movimiento del viento (o mecánico) para soltar su polen sobre el estigma y fertilizar los óvulos. Un método muy empleado en la actualidad es el uso de colmenas de abejorros en el interior de los invernaderos, por lo que habrá que sujetarse a las especificaciones de manejo señaladas por los proveedores de éstas como Koppert, sobre todo en cuanto a las fechas de colocación, el tiempo de actividad de una generación, vida útil y los cuidados cuando se aplican insecticidas (productos compatibles e incompatibles con abejorros), para variedades como son bolas y saladette se recomiendan 10 colmenas por ha.

BAJADA DE PLANTA

Esto se realiza cuando la planta se encuentra a una altura de 2.5 metros aprox, esto va depender de la altura de invernadero, a esa altura se realiza o que llamamos bajada de acomodo de plantas o bien distribución de luz, de ahí se realiza la actividad hasta finalizar el ciclo del cultivo. Entre más cerca se encuentra la planta del tutor tendrá un comportamiento generativo recomendado para otoño-invierno, entre más abajo será un comportamiento vegetativo recomendado para primavera-verano.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

En México tenemos principales plagas y enfermedades que se toman en cuenta por su mayor importancia como son:

PLAGAS

- mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)
- Paratíozia (*Bactericera cockerelli*)

Enfermedades

- Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis*.)
- Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

MANEJO INTEGRADO

Manejo integrado de plagas (MIP)

En la producción de tomate se requiere desarrollar un manejo fitosanitario. Este debe de considerar los aspectos agronómicos, biológicos culturales, químicos y legales. El monitoreo es fundamental para el buen funcionamiento de un programa de MIP y de ahí la importancia de conocer los hábitos tanto de insectos plaga como de insectos benéficos también es muy importante conocer el desarrollo fisiológico del cultivo y las condiciones climáticas esperadas para el ciclo. Esto facilita y optimiza el plan de manejo integrado. El MIP usa como premisa fundamental la prevención de métodos de bajo impacto ambiental para mantener las poblaciones en umbrales bajos y en casos inprescindibles permite utilizar métodos que disminuyan las poblaciones drásticamente, bajo ciertos lineamientos y con productos previamente autorizados para cada cultivo.

Manejo integrado de enfermedades (MIE)

Así como se hace necesario establecer un programa integrado de plagas en la producción de tomate, también es vital contar con un manejo integrado de enfermedades, con el mismo enfoque económico y con respecto al medio ambiente. Este programa se basa también en las estrategias de manejo agronómico, biológico, cultural y legal. El monitoreo continuo y la correcta identificación de la enfermedad son básicos para el buen funcionamiento de MIE. El programa se debe basar primeramente en la prevención a partir del conocimiento de las condiciones

ambientales que favorecen al patógeno, es crucial el uso de estrategias de bajo impacto ambiental para prevenir y controlar las enfermedades del cultivo.

Plagas

Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Lo que más afecta a el desarrollo de esta especie es la temperatura esta especie es más adaptada a condiciones cálidas o tropicales su temperatura optima esta en entorno a los 30°C a menos de 16°C el crecimiento de la población se estabiliza. En condiciones de baja humedad y temperatura menos de 9°C las larvas mueren y la población disminuye bruscamente. A 30° de temperatura media bemisia tarda alrededor de 18 días en pasar de huevecillo a adulto mientras que a 20°C esa transformación completa puede darse hasta en 39 días.

Este insecto presenta metamorfosis incompleta modificada: huevecillo, ninfa, y adulto. El ciclo de la mosca blanca va de 15 a 25 días en condiciones favorables, un adulto de mosca blanca pone más de 250 huevos a lo largo de su vida, se han reportado hasta 500 huevecillos por hembra. La mosca blanca pasa por cuatro estadios ninfares. El primer estadio es la única etapa en las cuales las ninfas se pueden mover ligeramente, de forma normal solo dentro de la misma hoja. Las ninfas son ovaladas y de color verde muy claro, en este estado se encuentran en el envés de la hoja, en el segundo estadio es la ninfa adulta cuando ya presenta ojos rojos hasta llegar a el cuarto estadio comúnmente conocido como pupa, cuando la mosca blanca está mudando, carece de su capa de quitina protectora, es cuando el control resulta más eficiente, por ello es muy importante conocer el ciclo biológico.

La mosquita blanca presenta daños directos las ninfas presentan un aparato bucal de tipo picador chupador al alimentarse perforan las células de el follaje y succiona la savia de los tejidos vegetales ocasionando amurallamiento y debilitamiento de las plantas, se puede presentar maduración des uniforme cuando hay más de 15 larvas por cm² los daños directos son de importancia.

También ocasiona daños las larvas de las moscas regularmente las más grandes decretan desecho de su alimentación lo cual cae sobre el haz de la hojas inferiores ocasiona el desarrollo de hongo de la fumagina. Otro daño directo es que sirve de transporte a algunos ácaros plaga del tomate.

Es de gran importancia por sus virus que trasmite la mosca blanca, *bemisia* es muy eficiente en la trasmisión de más de 10 diferentes tipos geminivirus y meganovirus. Dentro de estos últimos se encuentra el de mayor importancia y recurrencia en tomate. “ Tomato Yellow Leaf Curl Virus” conocido como virus de la cuchara o rizado amarillo del tomate. El virus de la clorosis del tomate y el virus torrado del tomate.

Para su control tenemos que tener en cuenta el monitoreo tanto en el vivero como en campo abierto o invernadero debe tenerse un escrito programa de monitoreo y muestreo a través de todo el tiempo de producción pues envase a los resultados que se obtengan se decide la estrategia de control. Las trampas deben ser colocadas de 20 a 50 trampas por hectárea, se designan lugares fijos para colocar las trampas, se crea un mapa con la ubicación de las trampas, es necesario también monitorear huevecillos, larvas y pupas.

Control cultural

La maleza contribuye un excelente hospedero para la mosca blanca, por lo que tanto invernadero como campo abierto deben de estar libres de malezas antes de introducir la plántula.

Usar trampas grandes amarillas con pegamento en zonas más infestadas de la plaga, también se pueden usar bandas amarillas con pegamento

Control biológico

La mosca blanca tiene gran habilidad para generar resistencia o seleccionar insecticidas rápidamente, esta es una de las principales razones por lo cual se usa el control biológico e el control bilógico se encuentran algunos parasitoides como ***Encarsia Formosa*** estas poblaciones se componen casi totalmente de hembras, las hembras no necesitan fecundación, pone sus huevecillos preferiblemente

sobre el tercero y cuarto estadio larvario de la mosca blanca, otras sería ***Eretmocerus eremicus***, es de suma importancia identificar la especie de mosca blanca presente en el invernadero o campo abierto si únicamente se encuentra trialeurodes, lo más conveniente es utilizar ***Encarsia Formosa*** pues es efectiva “maraca” las larvas paracitadas. ***Eretmocerus mundus*** es la especie más efectiva para el control de bemisia.

Control químico

El control químico de mosca blanca es difícil debido a la biología de este insecto *B. tabasi* ha desarrollado resistencia a la mayor parte de los insecticidas. Es conveniente usar este tipo de control únicamente cuando la presencia de mosca blanca es grave y no se ha podido controlar con las anteriores medidas. También se justifica el control químico cuando se tiene poblaciones de *B. tabasi* que se sospecha sean infectivas de enfermedades virales de plantas, pues no hay un umbral económico recomendado, las aplicaciones deben iniciar al observar los primeros síntomas.

Ingrediente activo	Dosis (l/ha)	LMR, ppm	Días a cosecha	Tipo de acción	Grupo toxicológico	Categoría de costo
Abamectina	0.3 a 1.0	0.02	3	Translaminar	Avermectinas	4
Acetamiprid	0.250 a 0.5	0.2	7	Sistémico, Translaminar	Neonicotinoides	1
Azinfos metílico	2.0 a 2.5	2.0	21	Contacto o ingestión	Organofosforado	3

Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

La paratrioza es un insecto picador chupador de sabia, que pertenece al orden hemíptero, dentro de la familia treozidae. Es considerado originario de Oeste de Estados Unidos. En México se reportó por primera vez en 1947 en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; pero actualmente se presenta en todos los estados del país, atacando cultivos de tomate. Este insecto transmite el fitoplasma del tomate es reconocido por su trasmisor de virus. Este tipo de insecto tiene metamorfosis simple compuesto por huevo, ninfa y adulto, la paratrioza cuenta con un amplio rango de hospedantes de 19 familias, de las cuales 40 especies de solanáceas son sus favoritas. Este tipo de insecto tiene mejor adaptación a climas templados con veranos poco extremos, de subhúmedos a húmedos. Los primeros tres estadios ninfales prosperan mejor con temperaturas de 20 a 29 °C y desde el cuarto estadio hasta el adulto, prosperan mejor de temperaturas de 16 a 26°C una media de 23°C es la temperatura óptima para su desarrollo (favorecido por noches frescas y días cálidos), afectándole desfavorablemente las condiciones climáticas con temperaturas extremas y secas. Esta plaga se ha adaptado a condiciones de – 10°C y máximas de 39°C de ahí que sea capaz de soportar heladas e emigrar para buscar alimento.

Su comportamiento y hábitos, una característica muy peculiar que diferencia de los pulgones alados, es que cuando este insecto es perturbado da brincos, de ahí que se le llama pulgón saltador. Generalmente posa sobre los brotes y el borde las hojas de la planta media de la planta donde ovoposita y se alimenta.

Esta plaga hace daños directos que son causados por las ninfas al alimentarse e inyectar las toxinas. Se ha demostrado que las ninfas pueden llegar a las plantas si se establecen antes de la floración y sobre todo cuando no se realiza algún método de control. Las células afectadas por la sabia de las ninfas, presentan una actividad a norma de reguladores de crecimiento del tipo auxinas y acumulación de grandes cantidades de almidón en las células del parénquima. Las plantas se ven amarillentas y raquílicas con merma del rendimiento y frutos pequeños de baja calidad comercial. También hay daños indirectos estos daños se refieren

principalmente a la transmisión del "fitoplasma" tanto por las ninfas como por los adultos de paratíoxa. Investigaciones recientes han confirmado que el fitoplasma está asociado al síndrome permanente del tomate, es transmitido por el insecto en forma semipersistente, es decir, pueden transmitirse a partir de 15 minutos de ser adquiridos.

Para el control de este insecto debe haber un buen control integrado para paratíoxa, para tener éxito en el manejo de Paratíoxa tenemos que conjuntar e interrelacionar diferentes tácticas de manejo teniendo en cuenta que el mejor método es el preventivo. Para esto tenemos que tener en cuenta el monitoreo que es igual al de la mosca blanca ya mencionado, hay que tomar en cuenta el umbral económico el problema de Paratíoxa no se restringe al daño directo razón que impide tener cierta holgura en el número de individuos tolerantes en el cultivo y así establecer en el umbral económico.

Control cultural

Antes del trasplante las prácticas de manejo son quizá las más efectivas para evitar daños en el cultivo. Antes de iniciar el nuevo ciclo de producción es necesario limpiar perfectamente donde vaya a establecer el cultivo de tomate y quitar todos los residuos del ciclo anterior. Una práctica muy conveniente es revisar minuciosamente el lugar donde se vaya a establecer el cultivo tanto en invernadero como en campo abierto. Ya después del trasplante, el personal debe estar designado a un módulo o nave específicamente, para evitar el acarreo de posibles problemas de una nave a otra.

Control biológico

El control biológico debe manejarse como otra alternativa útil en el manejo de paratíoxa, pues ayuda a mantener reguladas las poblaciones de la plaga. El control biológico de paratíoxa en campo abierto se da de manera natural, tal es el caso de los arácnidos y coccinelidos quienes son determinantes en reducir la población de la plaga. La catarinita es una gran consumidora de huevecillos,

alimentándose de varios cientos a la semana. Otro depredador potencian es la chinche pirata que se alimenta de huevecillos y ninfas.

Control químico

Es importante considerar esta acción de control cuando los datos de muestreo indiquen un riesgo. Existen varios productos que ejercen buenos controles sobre este insecto, sin embargo usualmente son utilizados de forma poco racional, promoviendo así que los insectos generen rápidamente resistencia y disminuyan su control. Adicionalmente los productos químicos son residuales por lo que pueden ser un factor de riesgo para los organismos benéficos e incluso para los trabajadores, sin olvidar las limitaciones que presenta para la inocuidad alimentaria.

Ingrediente activo	Dosis (l/ha)	LMR, ppm	Días a cosecha	Tipo de acción	Grupo toxicológico	Categoría de costo
Abamectina	0.3 a 1.0	0.02	3	Translaminar	Avermectinas	4
Acetamiprid	0.250 a 0.5	0.2	7	Sistémico, Translaminar	Neonicotinoides	1
Azinfos metílico	2.0 a 2.5	2.0	21	Contacto o ingestión	Organofosforado	3

ENFERMEDADES

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Es considerada la enfermedad más destructiva en tomate y la papa, el patógeno que la produce tiene la capacidad de producirse y desminarse rápidamente y abundantemente, es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyos daños

potenciales pueden llegar a niveles catastróficos. El organismo causal de esta enfermedad es (*Phytophthora infestans*)

El hongo posee micelio cenocítico; produce esporangioforos hialinos y ramificados que salen a través de los estomas. Los esporangios son ovales, hialinos y con una papila apical. En condiciones húmedas y de temperaturas frescas, el esporangio germina produciendo zoosporas biflageladas. En condiciones menos frescas el esporangio produce un tubo germinativo que penetra el tejido para iniciar nuevas infecciones.

Distribución geográfica

Este patógeno está ampliamente distribuido en todo el mundo, ataca la familia de las solanáceas provocando el tizón tardío en tomate y papa. En México es común encontrarlo en zonas con mayor altitud así como en regiones templadas y frías donde siempre mantiene una peligrosidad latente.

Síntomas y daños

La enfermedad puede afectar prácticamente todos los tejidos aéreos de la planta. Cuando el daño es en tallo, las plantas enfermas se encuentran oprimidas por una banda acuosa-verde, que después se seca y oscurece, tomando un color castaño oscuro. En estas condiciones la rama o tallo se estrangula y muere. El follaje, los síntomas comienzan como zonas acuosas en los bordes de los folíolos las cuales adquieren un color verde grisáceo o como si se hubiera echado agua caliente a la planta estas lesiones rápidamente se vuelven necróticas y a su vez provocan que pierda rigidez y los peciolo se doblen. Bajo condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, permiten distinguir un crecimiento lanoso blanco en el envés de las hojas. En los frutos de tomate se producen zonas acuosas de forma irregular. Las lesiones que se inician cerca del cáliz, se vuelven necróticas, pardas a negras y rodeadas por un halo que sigue verde mientras las partes no afectadas del fruto se colorean durante el proceso de maduración.

Ciclo de vida y condiciones que lo favorecen

Las esporas de este hongo pueden ser desaminadas a grandes distancias por el viento, la lluvia, maquinaria agrícola y manejo del cultivo principalmente, la polinización mecánica entre otros factores, rápidamente desaminan la enfermedad. Ambientes húmedos y frescos prolongados, (especial mente cuando se alternan noches frescas y días cálidos), días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad. Bajo estas condiciones la enfermedad progresa rápidamente y puede destruir completamente un cultivo en pocos días con un mínimo de 4 horas en temperaturas debajo de punto de rocío, con una temperatura nocturna no menor a 10 °C, el patógeno sobrevive como micelio en tejido infectado. Los esporangios se producen a temperaturas desde 13 a 26°C con humedad relativa 91-100% temperaturas de 25°C se favorece la germinación directa de la espóra. Los esporangios germinan produciendo de 2 a 8 zoosporas infectivas, cuando la temperatura es de 12°C y existe una película de agua en la zona de infección. Temperaturas arriba de 30°C son desfavorables para el desarrollo del tizón tardío

Medidas preventivas

Evitar figas de agua en cinta de riego así como evitar dentro de lo posible fuertes escurrimientos de agua en canaletas. Cortar cuando se tengan los primeros brotes o daños en tallos, hojas y frutos, así como desinfectar con atomizador que contenga una solución de sales cuaternarias, yodo o sulfato de cobre pentahidratado.

Control biológico

Para reducir la enfermedad se pueden hacer aplicaciones preventivas de microorganismos antagonistas como bacillos sutiles y algunos productos biorracionales como el aceite de neem o azadiractina, ya que al aplicarlos, la bacteria brinda protección y destruye a las zoosporas y por otro lado el neem forma una capa pritectora que evita la entrada de estas al tejido.

Control químico

La manera más efectiva de controlar el tizón tardío es diseñar un buen programa de aspersión de fungicidas preventivos así como fungicidas curativos muy específicos cuando se tengan las condiciones muy favorables para el hongo o los primeros inicios de la enfermedad. Siempre establecer un monitoreo de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero y a campo abierto sobre todo en las temporadas más frías.

Ingrediente activo	Dosis por ha	LMR, ppm	Días a cosecha	Tipo de acción	Grupo toxicológico
Clorotalonil	2.0-4.0kg	5	SL	preventivo	Cloronitrilos
Mancozeb	1.0-4.5kg	4	5	preventivo	Ditiocarbamatos
Mandipropamida	0.5-0.7L	1	7	curativo	Acido mandelico (amidas)

Cáncer bacteriano en tomate (*Clavibacter michiganensis*.)

Clavibacter michiganensis subsp. Michigannensis (CMM), es una bacteria Gram, pertenece a la familia *Firmicutes* es aerobia, no formadora de esporas y se le pueden atribuir nombres comunes como: ojo de pájaro, mancha ocular, y marchites bacteriana. Se ha convertido en una de las enfermedades más devastadoras del cultivo de tomate en invernadero y campo abierto en México y en el mundo. Este patógeno normalmente se trasmite y desimana por la semilla. La legislación de semillas en el mundo no garantiza que la semilla que se comercializa este 100% libres del patógeno. Con el uso de plántula injertada el

riego de transmisión de este patógeno se ha incrementado pues las condiciones de humedad relativa y de temperatura para el prendimiento del injerto son exactamente las mismas que requiere el CMM para desarrollarse. Esta enfermedad puede causar pérdidas en la producción hasta del 70% si no se trata adecuadamente.

Esta enfermedad sus síntomas son, que la enfermedad es vascular parenquimatosa y tiene una amplia gama de síntomas dependiendo si es en campo abierto o en invernadero los cuales pueden variar de acuerdo a las prácticas culturales, la nutrición y edad de la planta, así como a las condiciones climatológicas.

Ciclo de vida y condiciones favorables.

El patógeno del cáncer bacteriano puede sobrevivir en ausencia de plantas de tomate vivas, en las semillas de dos a 5 años y cerca de un año en residuos de plantas enfermas. Todos los sustratos constituyen las fuentes de inóculo de esta enfermedad. Los ciclos secundarios de la enfermedad ocurren mediante el salpiqueo de agua, maquinaria, herramientas de trabajo y el manejo del cultivo. En ocasiones cuando los tutores tienen una abrasión fuerte, los síntomas pueden presentarse inicialmente en el tallo. Las plantas que provienen de semillas infectadas normalmente mueren; o bien, fallan en el cuajado de los frutos. La dispersión secundaria de la bacteria suele resultar en el desarrollo de síntomas foliares o en fruto.

Medidas preventivas

El cáncer bacteriano es una de las enfermedades del tomate más críticas de controlar, sobre todo cuando ya se tienen antecedentes de la enfermedad del cultivo. Las medidas clave en control del cáncer bacteriano están dirigidas básicamente a la prevención.

Emplear un grupo determinado de personas para el manejo de un invernadero y evitar con ello la visita a distintos invernaderos, lo cual puede ser una fuente de infección.

Se recomienda un **aseo y cambio de ropa** diario de todo el personal, así mismo antes de empezar cualquier actividad dentro del invernadero deben desinfectarse las manos.

Es importante que se manejen materiales genéticos resistentes a este problema en el periodo de siembras y manejo del cultivo.????

Control cultural

Revisar el cultivo todos los días para detectar el primer indicio del patógeno y tomar las medidas preventivas es la forma más efectiva de minimizar el ataque de cáncer bacteriano. Esta acción es particularmente en las primeras etapas de desarrollo del cultivo y es crítico hacerla a mediados del otoño cuando la humedad relativa empieza a incrementarse y la temperatura a descender. Para un diagnóstico inmediato en campo, se recomienda el uso de los kits, que tienen de un 70-80 % de efectividad, cambiar diariamente el desinfectante de el tapete sanitario y el desinfectante para manos. Restringir la entrada a personas ajenas al lugar, para ello se recomienda el uso de overoles para personas que visiten el cultivo.

Control químico

En cuanto al combate a la enfermedad como tal, no existen aún productos que lamen la bacteria que produce el cáncer bacteriano.

Ingrediente activo	Dosis por ha	LRM, ppm	Días a cosecha	Tipo de acción	Grupo toxicológico
Oxicloruro de cobre	2.0-4.0kg	exento	SL	preventivo	Inorgánico
Mancozeb	2-4kg	4.0	5.0	preventivo	Ditiocabamatos
Treptomina	300- 400g	0.25	5.0	preventivo	Aminoglucosidos

CONTROL EN LA EMPRESA

- Los **visitantes autorizados** deben portar un overol.
- **Desinfección del sustrato.** En caso de emplear sustrato se puede aplicar metam-sodio (33 % p/v de i.a.) en una dosis de 30 L/1000 m².
- **Monitoreo.** Se realiza todos los días para lograr detectar indicios del patógeno y tomar medidas preventivas. Hoy en día para un diagnóstico más rápido se recomienda el uso de Kits, que cuentan con una efectividad de un 70 a un 80 %.
- **Cambio de desinfectante.** Debe realizarse diariamente el cambio de desinfectante en los tapetes sanitarios, además de los usados por los empleados para la desinfección de las manos.
- **Rotación de cultivos.** Consiste en sembrar un cultivo no hospedero, esencialmente evitar el cultivo de berenjena, pimiento y tabaco durante 3 a 4 años, en el caso de Hydrofoods el cultivo de tomate se hace ciclo con ciclo, por lo que el control de la bacteria se vuelve una tarea más complicada.
- **Eliminación de plantas enfermas.** Deben retirarse aquellas plantas con indicios de la enfermedad, también aquellas que estuviesen en contacto directo con la planta enferma. Las plantas extraídas deben ser introducidas a una bolsa plástica para evitar que entren en contacto con plantas sanas, después de sacarlas se deben quemar en un sitio alejado del invernadero. Es conveniente aplicar cal, cobre y/o antibióticos en el área donde estaba la planta enferma.
- **Emplear herramienta exclusiva.** Consiste en utilizar herramientas únicas para un invernadero con el objetivo de evitar diseminar la enfermedad. También es conveniente que al terminar alguna línea de cultivo dentro del

invernadero el trabajador desinfecte sus manos y herramientas con una solución de sales cuaternarias de amonio a concentraciones de 1200 ppm.

- **Evitar trabajar con humedades relativas muy elevadas.** La alta humedad favorece la diseminación de la enfermedad. Se debe procurar mantener una humedad relativa menor a 70 %, así como mantener un equilibrio en la temperatura.
- **Mantener limpio el estanque de agua.** Se trata de cuidar que no caigan plantas al estanque de agua para evitar una infección mediante el agua de riego.
- **Mantener una nutrición balanceada.** Esto debido principalmente a que una planta demasiado vegetativa es más susceptible al ataque de enfermedades. Se debe procurar no exceder principalmente las dosis de nitrógeno.

Control químico

No existen productos que eliminen a la bacteria causante del cáncer bacteriano. En el siguiente cuadro se muestran algunos productos que se pueden emplear como preventivos. Uso de microorganismos. Es recomendable el uso de microorganismos benéficos como *Bacillus subtilis* para que las plantas estén preparadas ante una posible infección.

EVALUACIÓN DE CLAVIBACTER

Se realizó durante 12 semanas en la empresa Hidrofoods SAPI de C.V. un monitoreo para ver el control de la enfermedad o el avance real tomando en cuenta todas las acciones antes mencionadas.

DESCRIPCION DEL MATERIAL

El trabajo se llevó a cabo en 5 hectáreas, en las cuales se establecieron la Variedad Foronti-Maxifort, mejor conocido como tomate bola. Estas estructuras son de tipo capilla y cubiertas de cristal y automatización total de las mismas, por lo que se consideran de alta tecnología.

Además el lugar donde están ubicados cuenta con condiciones ambientales favorables a lo largo del año, para la producción

- Más de 300 días al año de sol.
- Temperaturas medias anuales de 17.4°C, con una máxima promedio de 30°C y mínimas promedio de 6°C.
- Baja humedad relativa.
- 1,900 mts de altura sobre el nivel del mar.

Materiales

- Probeta
- Equipo de limpieza (escoba, recogedor, bolsas de basura y cubetas)
- Tijeras
- Navaja
- Equipo de Protección (Overol, cofia, guantes y cubre zapatos)
- Emplaye
- Mapa de los Invernaderos
- Cajas de Merma
- Plántula de tomate
- Clips y ganchos de tutoreo

Equipos

- Carro de deshoje adaptado específicamente para la actividad.
- Carro eléctrico o plataforma
- Aspersora

Reactivos

Desinfectantes

- Cuaternario de amonio
- Peróxido de hidrogeno, ácido peracetico, ácido acético.
- Hidróxido de Sodio
- Cloruro de didecildimetil amonio - Cloruro de benzalconio
- 2,2 dibromo - 3 – nitrilopropionamida

Protocolo de control de clavibacter

1. Comunicación diaria con el personal de monitoreo de cada invernadero
2. Ubicar el punto donde se encuentre la posible planta enferma
3. Con ayuda de un carrito eléctrico o una plataforma y con el equipo de protección, overol y guantes, visitar el punto sospechoso de clavibacter y observar detalladamente la planta
4. Evaluar los síntomas que presenta la planta y determinar si realmente se trata de la bacteria que ocasiona el cáncer bacteriano
5. Tomar la decisión de eliminar o no la planta y a la vez el número de plantas y slaps vecinos al que contiene el o los tallos enfermos
6. En caso de que la decisión sea positiva, preparar todo el equipo que se va utilizar para llevar a cabo el protocolo de remoción de planta

7. Registrar los datos en un mapa para llevar un mejor control del personal y de las actividades culturales

Pasos para sacar la planta

- A. Primeramente se forra con el empaque un carro de deshoje que es únicamente destinado para esta actividad
- B. Se colocan cajas especiales para los frutos enfermos dentro del carrito, (una bolsa de basura puede remplazar estas cajas)
- C. Iniciar con la remoción de las plantas (despase)
- D. Primeramente se cortan los frutos, después las hojas y finalmente los tallos, siempre con el mayor cuidado de no tocar las plantas que estén cerca
- E. Al salir de la línea en la que se realiza la actividad, aplicar desinfectante AgroClean (Cloruro de didecildimetil amonio - Cloruro de benzalconio) a todo el carro cargado y después en todo el suelo por donde pase la carga hasta el final de la puerta por donde se tira la carga.
- F. El carro de clavibacter, las cajas se barren y se desinfectan perfectamente y se colocan fuera del invernadero y no se destinan a otras actividades durante el ciclo.
- G. El hueco que se genera al eliminar plantas se tiene que limpiar y dar una triple desinfección. Primeramente se barren los restos de hoja y frutos que pudieron haber caído al suelo y se colocan en una bolsa
- H. para su desecho, después se realiza la primera desinfección con el producto BioAseptik (Hidroxido de Sodio) 3 ml/l con ayuda de un cepillo de escoba se remueve todos los restos de materia que estén sobre la canaleta y se enjuaga con agua limpia. Después de unos minutos con ayuda de una aspersora se aplica desinfectante en toda la zona cercana al

hueco, cuidando que no tocar las plantas vecinas, con el producto AgroClean (Cloruro de didecildimetil amonio - Cloruro de benzalconio) 4 ml/l. Finalmente y nuevamente con ayuda de la aspersora se aplica el desinfectante BromActiv (2,2 dibromo - 3 – nitrilopropionamida) 4 ml/l.

- I. La zona desinfectada se deja reposar 24 horas
- J. Con ayuda de una plataforma mover planta de la última línea del invernadero al hueco donde se eliminó la planta
- K. Reponer con plántula la última línea del invernadero.

En el invernadero se aplicó 1l/ha de *bacillus subtilis* a partir del momento en que se presentó el patógeno

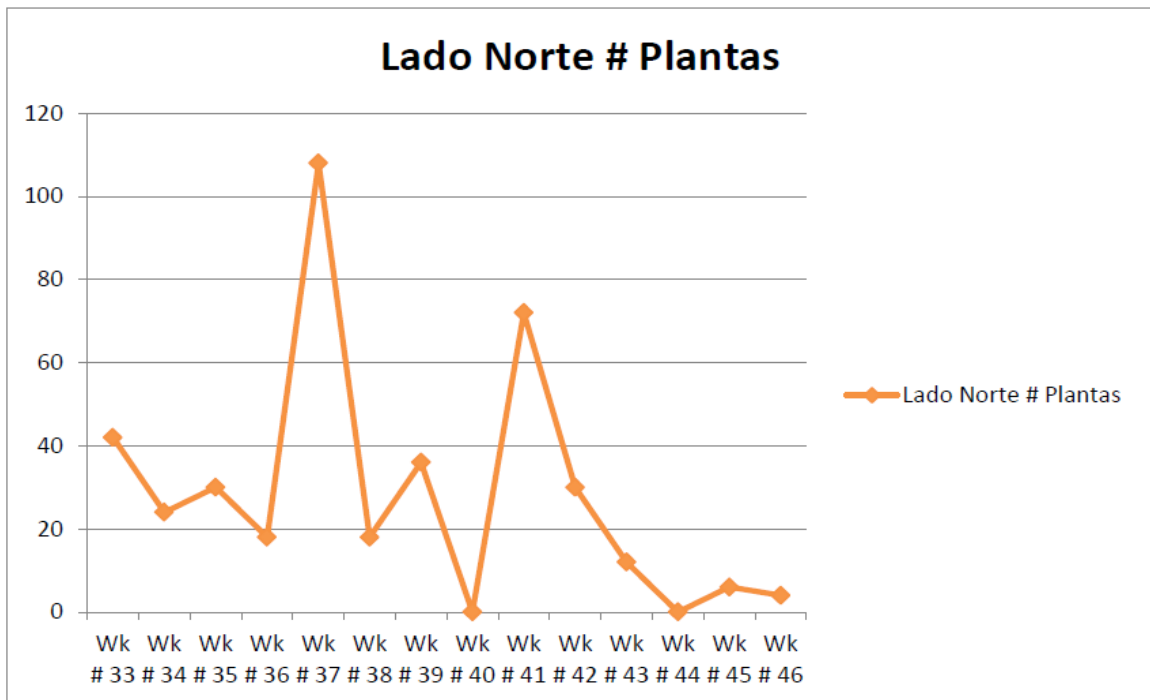
RESULTADOS y/o RECOMENDACIONES

El invernadero se divide en dos sectores de trabajo, Norte y Sur, por lo que también en este protocolo se decidió trabajarlo de la misma manera.

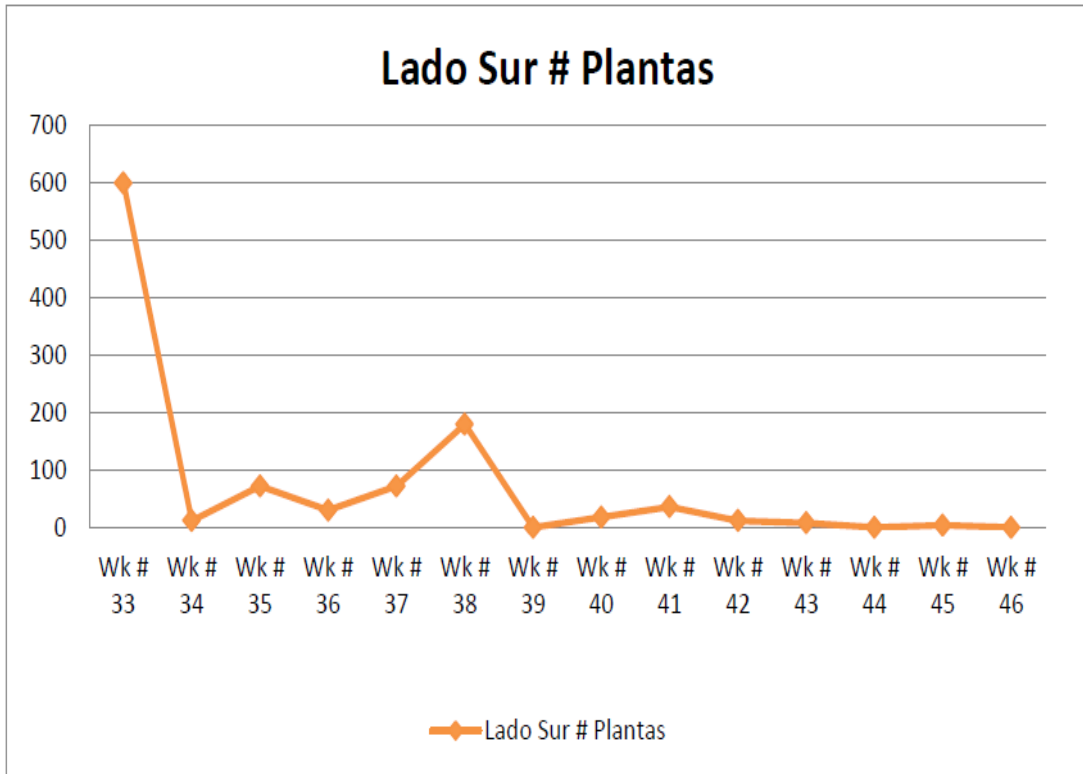
A continuación se presenta las tablas y sus respectivas graficas del comportamiento que presento la bacteria en el invernadero desde el 14 de agosto y hasta el 17 de noviembre.

En la siguiente tabla se observan las semanas y la cantidad de plantas retiradas.

Lado Norte		Lado Sur	
Semanas	# Plantas	Semana	# Plantas
Wk # 33	42	Wk # 33	600
Wk # 34	24	Wk # 34	12
Wk # 35	30	Wk # 35	72
Wk # 36	18	Wk # 36	30
Wk # 37	108	Wk # 37	72
Wk # 38	18	Wk # 38	180
Wk # 39	36	Wk # 39	0
Wk # 40	0	Wk # 40	18
Wk # 41	72	Wk # 41	36
Wk # 42	30	Wk # 42	12
Wk # 43	12	Wk # 43	8
Wk # 44	0	Wk # 44	0
Wk # 45	6	Wk # 45	4
Wk # 46	4	Wk # 46	0



En la gráfica anterior se muestran la cantidad de plantas retiradas en el sector Norte y su comportamiento de la enfermedad. Así mismo se muestra la eficiencia del protocolo a seguir.



En la gráfica anterior se muestra la cantidad de plantas retiradas, en la primer semana se observa que se retiraron 600 plantas esto se debió a que en una línea teníamos 25 plantas enfermas cada una a una distancia de 3 metros y se tomó la decisión de eliminar la línea completa para evitar contagios. Se contaba con planta chica así que esa línea se plantó al día siguiente siguiendo todo el protocolo.

COSECHA Y EMPAQUE

En la actividad de cosecha se realiza diariamente, se recolectan en cajas de 7 kilos y se trasladan al empaque con el mayor cuidado posible para que no sufran ningún daño, se capacita al personal para indicarles el punto de cosecha normalmente en variedades que se colecta el fruto a granel o suelto se hace en cuanto empieza a mostrar una estrella (Green) en la parte de abajo del fruto del tamaño de una moneda de 1 peso, la recolección del producto es de gran importancia debido a que tenemos 7 semanas cuidando el producto para que llegue en excelentes condiciones a lo que es el área de empackado.

El empaque juega un papel muy importante ya que es el que decide las cantidades de Exportación y de Nacional del mismo, es de gran importancia que se lleve una relación tanto de producción, selección así como de empaque para aprovechar lo máximo posible de producto.

BIBLIOGRAFIA

AMHPAC.2016.Asociacion Mexicana de Horticultura Protegida A.C. La horticultura protegida en México situación actual y perspectivas.

Ponce, P. (2011). Panorama mexicano: revisión de datos de la industria de invernadero en México. *HORTALIZAS*.

Contreras, E. A., Olivarez, E., Vázquez, R. E., & Zavala, F. (2009). *Efecto de plantas injertadas de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivadas en suelo, sobre la nutrición y fotosíntesis bajo condiciones de invernadero*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, León.

Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., & Rengifo, T. (2007). *Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas -BPA- en la producción bajo condiciones protegidas* (Primera ed.). Medellín, Antioquia, Colombia: CTP print.

Flores, I. (1986). *Cultivo de hortalizas*. México: Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, Departamento de Agronomía, Monterrey.

Catie, C. A. (1990). Proyecto regional manejo integrado de plagas. Guía para el manejo integrado.

Turrilba, Costa Rica.

Martínez, P. F. (2001). Cultivo del tomate en invernadero frío. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Zeidan, O. (2005). Tomato production under protected conditions. Israel.

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martin, A. (2009). *Manual del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Santiago de Chile, Chile.

Lobo, M. A., & Jaramillo, V. J. (1984). Hortalizas Manual de asistencia técnica. En *Tomate*. Colombia.

Jaramillo, J. E., Rodríguez, V. P., Guzamán, A. M., & Zapata, M. A. (2006). Boletín técnico N°21 El cultivo de tomate bajo invernadero. Rionegro, Antioquia, Colombia.

Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Quirino, A., & Larín, M. A. (1996). Guía técnica: Cultivo de tomate. En C. (. Forestal). La Libertad, El Salvador.

Tun, L. (2014). *eHow en Español*. Recuperado el 16 de Octubre de 2014, de eHow en Español: http://www.ehowenespanol.com/desarrollo-temperatura-del-tomate-info_227212/

Martínez, P. F. (2001). Cultivo del tomate en invernadero frío. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

SIAP, SAGARPA.2017.Fuente de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de delegaciones de SAGARPA en los estados.

Reed, J. W., Nagpal, D. S., Pool, M., Furuya, & Chory, J. (1993). Mutations in the Gene for the Red/Far-Red Light Receptor Phytochrome B Alter Cell Elongation and Physiological Responses throughout Arabidopsis Development.

Erwin, J. E., Rohwer, C., & Gesick, E. (2005). Red:Far Red and Photosynthetically Active Radiation Filtering By Leaves Differs With Species.

Lozano, J. M. (2010). Guía para cultivar tomate. Baja California Sur, México.

Rodríguez, F. (2005). Modelado y control jerárquico de crecimiento de cultivos en invernaderos.

Almería, España.

