

**TECNOLOGIA
PARA
DESARROLLAR
UN CULTIVO**

**DE JITOMATE BAJO
INVERNADERO Y
MALLA SOMBRA**

MARTIN CASTILLO PALOMO

INTRODUCCIÓN

- La producción de tomate en invernadero es una actividad que abarca diversas tecnologías de agricultura y que constituye una de las oportunidades de inversión más rentable y de mayor futuro en México.
- El cultivo de jitomate genera un alto número de empleos con la industria agroalimentaria, tanto en su producción para el mercado fresco como para el fruto procesado.
- El norte de México y particularmente el altiplano y zona media del estado de San Luis Potosí poseen condiciones climáticas privilegiadas que permiten producir hortalizas en buena calidad y bajos costos de producción, comparados con los países vecinos del Norte. Es de vital importancia proveer de conocimientos básicos sobre el manejo adecuado de hortícolas en invernadero, a productores y personal técnico.

OBJETIVO

- El objetivo del presente trabajo es para llevar acabo las experiencias agronómicas dentro de la agricultura protegida (invernaderos) y malla sombra.

TAXONOMÍA

El tomate pertenece a la familia solanaceae y el género *Lycopersicum*. (García, 1983).

La clasificación taxonómica es la siguiente:

- Clase: Dicotiledóneas.
- Orden: Solanales.
- Familia: Solanaceae.
- Subfamilia: Solanoideae.
- Tribu: Solaneae.
- Genero: *Lycopersicum*.
- Especie: *Esculentum*.

MORFOLOGÍA

Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

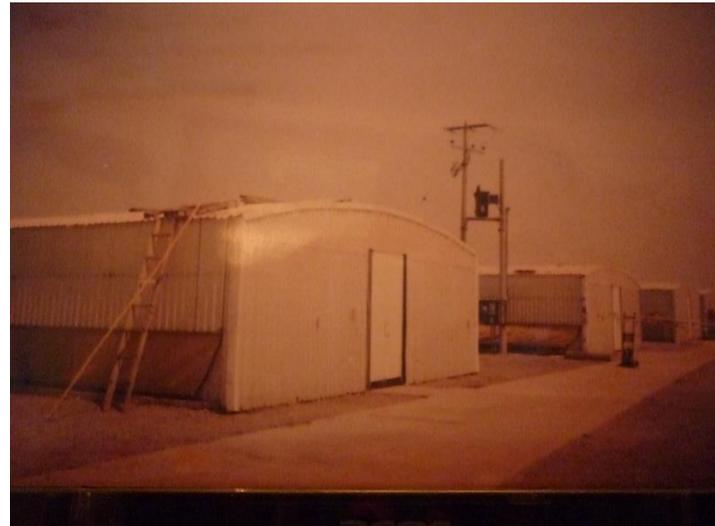
REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración.

PRODUCCIÓN DE PLANTULAS EN INVERNADERO

INFRAESTRUCTURA:

Los invernaderos utilizados para la producción de plántula deben considerar los siguientes aspectos importantes.



MESAS PARA CHAROLAS:

Deben de utilizarse materiales sin tendencia a la corrosión (rieles de aluminio y soportes de Acero galvanizado).





SISTEMA DE RIEGO:

Este equipo se utiliza para suprimir las necesidades de la plántula. Ya sea riego o aplicación de productos, fertilizantes, entre otros.





PREPARACION PARA LA SIEMBRA

Se refiere a la selección de tipo de bandejas, la más recomendable es la bandeja de cono profundo, para promover un mejor desarrollo radicular. Existen charolas de 128-200-242, 338 cavidades recomendadas según el cultivo, las más usadas son de 128-200 para tomate.



TRATAMIENTO DE CHAROLAS

La mejor forma consiste en lavar las charolas con agua caliente o vapor de agua a una temperatura de 80°C o realizar un tratamiento a base de Mect-5 (75mil/200Lt de agua).



TIPOS DE SUSTRATOS

Los más comunes están hechos a base de materia orgánica, su fórmula contiene turba canadiense compuesta vermiculita, agentes humectantes y carbamatos que ayudan a ajustar el PH.



SELECCIÓN DE SEMILLAS

Esta se debe de tomar nota en la variedad, fecha de envasado, número de lote, cantidad de semilla por libra y porcentaje de pureza varietal 98%.

TRATAMIENTO DE SEMILLA

Se recomienda realizar un baño maría con agua caliente a una temperatura de 55° C.

Material:

15Lt de agua

2.5 Piezas de Jabón Zote

250grs Fosfato Trisodico



SIEMBRA

TIPOS DE SIEMBRA

- Siembra Mecánica
- Siembra Manual



CAMARA DE GERMINACION



MEDIOS DE PREVENCIÓN

- Desinfectar el área de las cámaras de germinación y los invernaderos, en una solución de cloro, cuaternario de amonio y formol.
- El sembrador debe de desinfectarse con una solución de alcohol al 70%
- En las puertas del invernadero, colocar tapetes sanitarios con solución de cloro.
- Evitar la introducción de suelo contaminado de patógenos dentro del invernadero

MANEJO DE RIEGO PARA PLANTULA

El agua de riego debe contener las siguientes características:

- PH de 7 o ligeramente inferior
- C.E lomas bajo posible en sales 0.15Mhos
- Temperatura de 25°C
- La frecuencia del riego durante el desarrollo de la plántula depende de las condiciones climáticas, tipo de sustrato y edad de la planta.
- Poco antes de pasar al trasplante se reduce el número de riegos y se tiende a castigarla para que no tenga demasiada turgencia (tallos más consistentes).



FERTILIZACIÓN PARA PLANTULA

La eficacia agronómica de un fertilizante depende de la cantidad de materia prima de su fórmula (porcentaje de nitrógeno nítrico, productos libres de cloro y sodio, entre otros factores).

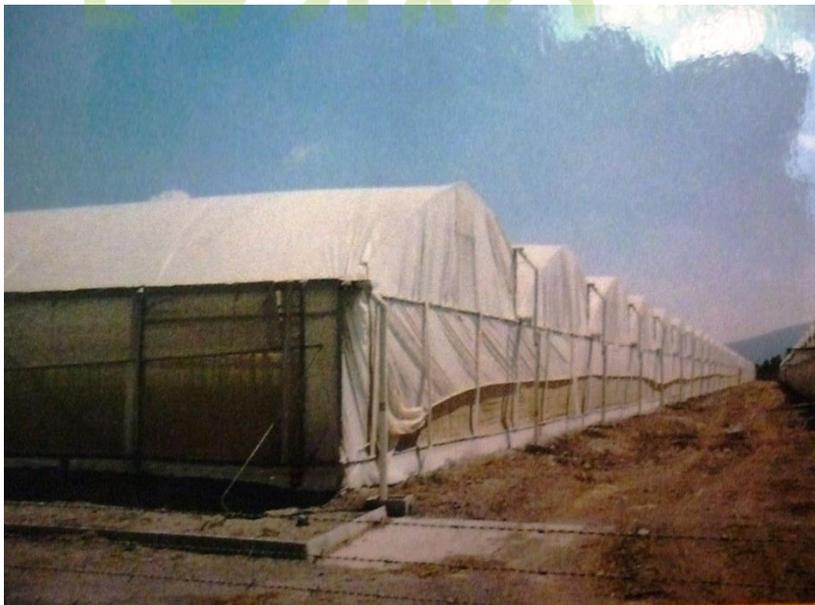


TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN

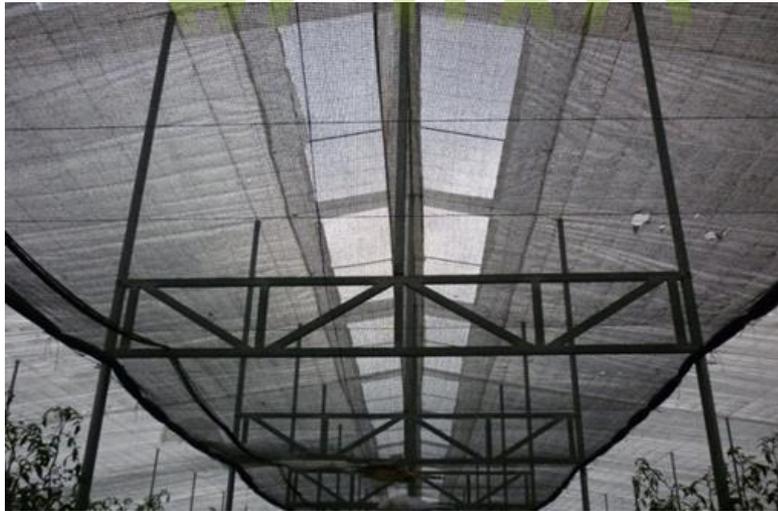
Tipos de invernadero:

- Invernadero Pasivo: Invernaderos sencillos de bajo costo con un limitado nivel de tecnología, dificulta el control del clima en su interior (la ventilación).
- Invernadero Activo: son aquellos que incorporan climatización automatizada para lograr una mayor independencia del clima externo, así como riesgos computarizados, inyectores de luz y uso de sustratos.
- Maya Sombra: Este material es utilizado para permitir la ventilación, existen calibres que permiten la salida del aire caliente y evitan el paso de insectos.

PASIVO



ACTIVO





MALLA SOMBRA



DESVENTAJAS DE LA MAYA SOMBRA:

- Ocasionan problemas de polinización.
- No protege de la lluvia.
- No amortigua los cambios de temperatura.
- No favorece la circulación del aire.
- No hay control de humedad relativa.
- Favorece el desarrollo de enfermedades.

CARACTERÍSTICAS DESEABLES DEL INVERNADERO PARA PRODUCCIÓN DE TOMATE.

- Ventilación cenital y lateral con maya anti insectos para eliminar el exceso de calor.
- Altura mayor a tres metros y cincuenta centímetros en pilares laterales.
- Capacidad de carga viva de 70 kg/m, esta carga soporta siete plantas/ peso promedio de 8 Kg/planta.
- Plásticos que permitan el acceso de luz solar y que aumenten la luz difusa dentro del invernadero(800 Galgas).
- Ventilación cenital (cortinas automatizadas en la parte superior).
- Temperaturas optimas diarias y nocturnas, 24°C y 16°C
- Si la temperatura en la noche es menor de 13°C el rendimiento disminuye poco a poco en función del descenso y las horas de baja temperatura.



HUMEDAD RELATIVA

- La humedad relativa óptima dentro del invernadero es de 50% a 60%. Para mantener este nivel es necesario recurrir a las siguientes prácticas:
- Mantener las ventanas laterales y cenitales abiertas.
- Emplear muros húmedos para aumentar la humedad relativa.
- Usar extractores de aire para eliminar el exceso de calor.
- Orientar los invernaderos hacia los vientos dominantes.



LA HUMEDAD DEL AMBIENTE EN UN INVERNADERO INTERVIENE EN VARIOS PROCESOS:

- Amortiguación en los cambios de temperatura.
- Incremento o decremento de transpiración.
- Crecimiento de los tejidos.
- Viabilidad del polen para obtener mayor porcentaje de fecundación.
- Incidencia en desarrollo de enfermedades.
- Conforme aumenta la humedad del ambiente será menor la evaporación y transpiración de las plantas. A mayor temperatura, menor humedad relativa y a menor humedad relativa, mayor consumo de agua. Con una humedad relativa arriba del 80% habrá mayor incidencia de enfermedades fungosas.
 - Tizón Temprano.
 - Tizón Tardío.
 - Moho Gris.
- Mala polinización por la formación de grumos de polen.
- Humedad relativa abajo del 50%, ocasiona deshidratación del estigma, afectando la polinización.

VENTILACION

- El invernadero debe de mantener suficiente ventilación lateral que permita la entrada del aire fresco, y una ventilación cenital que permita la salida del aire caliente, para evitar el sobrecalentamiento.
- Medidas para mejorar la ventilación:
- Dejar las ventilas totalmente abiertas en días con altas temperaturas.
- Cerrar las ventilas en las noches cuando las temperaturas sean menor a 10°C
- Cerrar todas las ventilas por las tardes en temporadas de invierno para evitar perdida de calor del invernadero.
- Utilizar calefacción si es necesario.



PRACTICAS CULTURALES PARA DESARROLLAR UN CULTIVO DE JITOMATE EN INVERNADERO Y MAYA SOMBRA

PREPARACIÓN DEL INVERNADERO:

- Rastreo



● Subsuelo



● Nivelación

Este sistema consiste en nivelar correctamente el terreno donde se va a establecer el cultivo, con la finalidad de evitar encharcamientos, y una uniformidad en la cama de surco.

○ Marcación de Surcos



- Aplicación de Composta



- Cubrir Composta y Nivelar Surcos



- Colocar Cinta



● Acolchado



- Conectar Cinta al sistema de riego



OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego se compone de un equipo de filtración y un sistema de inyectoros para la aplicación de los fertilizantes y los ácidos (ácido nítrico, fosfórico y sulfúrico..



Desinfección del suelo (Invernadero)

Aplicación de metam sodio (Na) 600Lts /Ha

Calculo:

Concentración 3,000 PPM de metam sodio PPM (partes por millón)

(3. Lts de metam sodio/ M³ de agua.

*Dar un riego previo de 400M³ por hectárea.

*Gasto de riego= 19 M³/hectárea/hora de riego.

Conclusión:

$$= \frac{400 \text{ M}^3 \text{ de riego / hectarea}}{19 \text{ M}^3 \text{ deriego / hectarea / hora de riego}}$$

=21.0 horas de riego

Tiempo de riego que se requiere hacer antes de aplicar el Metam sodio para humedecer el suelo o cama de riego.

Dosis por hectárea 500-600 L de Metam sódio:

Dosis por aplicar 3 Lts de metam /19 m³/hora de riego =57 Lts/ hora de riego.

Tiempo de aplicación =(600 L/ha)/(57 L por hora) =10.5 horas de riego para una concentración de 3000 PPM

INOCULACIÓN DE SUELO

- Aplicación de hongos benéficos para el control de enfermedades del jitomate
- Micorrizas: es la asociación establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos del suelo en la cual ambos organismos se benefician.
- Trichodermas SP: son aquellos microorganismos que facilitan la penetración de minerales a la raíz, fijando el nitrógeno atmosférico y permitiendo una mejor disponibilidad de los nutrientes. (P-K-Ca) lo cual traduce en un desarrollo rápido y vigoroso de las plantas. Transforman la materia orgánica en humos y nutrientes solubles, promoviendo el crecimiento.

TRASPLANTE

- El trasplante se lleva a cabo cuando la planta cuenta con seis o siete hojas verdaderas o un diámetro basal del tallo de alrededor de 0.5cm y cuando presenta un crecimiento radicular adecuado, que puede extraerse fácilmente de la charola con un leve tirón.



- Densidad de Trasplante.

Distancia/Líneas (M)	Distancia/Plantas (cm)	Plantas/Ha
2.0 Mts	40cm Tresbolillo	25,000
2.0 Mts	30cm Tresbolillo	33,000
2.0 Mts	25cm Una hilera a dos tallos	20,000

RIEGO

- En plantaciones de jitomate bajo invernadero el aporte óptimo de agua es indispensable para el cultivo. Entre los sistemas de riego, el goteo es la mejor alternativa, sobretodo en regiones con un inmenso déficit hídrico.
- Además el uso de este sistema permite adicionar en forma gradual y uniforme los nutrimentos necesarios para la planta por medio de la fertirrigación.

Niveles óptimos de análisis de chupatuvo (extracción de solución del suelo)

	PH	C.E	N	K	NA
Desarrollo	6.0-6.5	2.0-2.5	100-200	40-50	<100
Producción	6.0-7.0	2.0-3.0	200-300	50-100	<100



FERTILIZACIÓN

- La fertilización representa uno de los factores con mayor influencia en la cantidad y calidad de la producción de jitomate.
- En cultivos intensivos bajo condiciones protegidas se utiliza una aportación continua de fertilizantes por medio del sistema de fertirrigación, distribuyendo los minerales de forma equilibrada en función del desarrollo de la planta.
- Las cantidades de la fertilización dependerán de la duración del ciclo de cultivo y de la producción esperada.

Unidades de fertilizante (UF)

Datos:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.0 unid	1.5 unid	1.0 unid

Calculo:

$$0.65\% \text{-----} 1.65 \text{ Kg}$$

$$33.0\% \text{-----} 100\text{Kg}$$

$$1.50 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{-----} X$$

$$1.0 \text{-----} X$$

$$= 2.3 \text{ Kg/Ha/día P}_2\text{O}_5$$

$$= 3.0 \text{ Kg/Ha/día N}$$

$$= 1.39 \text{ Lts/Ha/día}$$

$$44\% \text{-----} 100 \text{ kg}$$

$$1.0 \text{-----} X$$

$$= 2.27 \text{ Kg/Ha/día}$$

$$13\% \text{-----} 100 \text{ Kg}$$

$$X \text{-----} 2.27 \text{ kgs}$$

$$= 0.2954 \text{ Uk}$$

$$= 1.0 \text{ uk} - 0.2946 \text{ Uk}$$

$$= 0.7054 \text{ Uk}$$

$$44\% \text{-----} 100 \text{ Kg}$$

$$0.7054 \text{ uk} - X$$

$$= 1.6 \text{ Kg/Ha/día}$$

Conclusión: Estas unidades de fertilizante se van aumentando conforme al desarrollo de la planta, por un periodo de tiempo de cada 15 días, dependiendo de las necesidades del cultivo.

ENTUTURADO (Colocación de Rafia)

Consiste en sostener y guiar la planta de tomate dentro del invernadero. Este manejo es continuo para híbridos indeterminados mediante el uso de rafia u otros materiales plásticos.

En cuanto a la forma de Entuturar. Puede hacerse a una guía (Sistema Holandés) a dos guías (Sistema Inglés).



PODAS

La poda de la planta de tomate es una práctica de cultivo esencial, que se usa para dar forma a la planta y para conseguir el mayor vigor de la parte aérea. Con la finalidad de obtener un máximo rendimiento y sanidad posible.

La poda de las brotaciones axilares debe emplearse como una practica de limpieza, ordenar el crecimiento de la planta.



POLINIZACIÓN

Para obtener una buena formación de frutos en el cultivo de tomate bajo agricultura protegida, las flores necesitan ayuda para ser polinizadas. Para que se produzca una buena polinización y fructificación, el polen debe soltarse del estambre y hacer contacto con el estigma.

COLOCACIÓN DE COLMENAS:

Se colocan cuatro colmenas por hectárea, con una reposición de dos colmenas por mes por hectárea. Su vida útil es de seis semanas en promedio.



COSECHA

Para cosechar el fruto se selecciona; se separa y empaca por tamaño y color. Todo esto puede realizarse manual o automática, en basando la producción en cajas y estuches adecuados para el embarque, y considerando una temperatura constante de 4°C en cámaras frigoríferas.





PROTECCIÓN FITOSANITARIA

El control de plagas y enfermedades dentro del invernadero, tiene la misma base en el manejo de cultivos en campo abierto.

- a) Identificar correctamente el problema fitosanitario para seleccionar el producto específico, según el problema y el cultivo.
- b) Establecer el momento oportuno para la aplicación.
- c) Considerar la mejor hora para aplicar el producto sobretodo en donde las temperaturas se incrementan durante el día.
- d) Asegurar la dosis adecuada y el volumen de agua necesaria para cubrir bien el follaje de la planta.

PRINCIPALES ENFERMIDADES DEL JITOMATE

Las plantaciones de jitomate son afectadas durante todo el ciclo de cultivo por una gran diversidad de enfermedades, causando fuertes bajas en la productividad y calidad del cultivo.

Pudriciones Radicales (Pythium SP y Rhizoctonia Solani) Damping OFF



Pudrición de la Raíz (Phytophthora Capsici)



Marchitez por Fusarium
(Fosarum oxysporum F.SP Lycopersici)



Pudrición de la Corana y Raíz
(*Fosarium Oxiporum* SP. Radicis – *Lycopersici*)



Marchitez por Verticillium
(verticillium dahlie y V. albo - atrum)



Pudrición por Sclerotium (Sclerotium Rolfsii)



Moho Blanco o Sclerotinia
(*Sclerotinia Sclerotiorum* y *S. Minor*)



ENFERMEDADES DEL FOLLAJE

Tizón Foliar y del Tallo

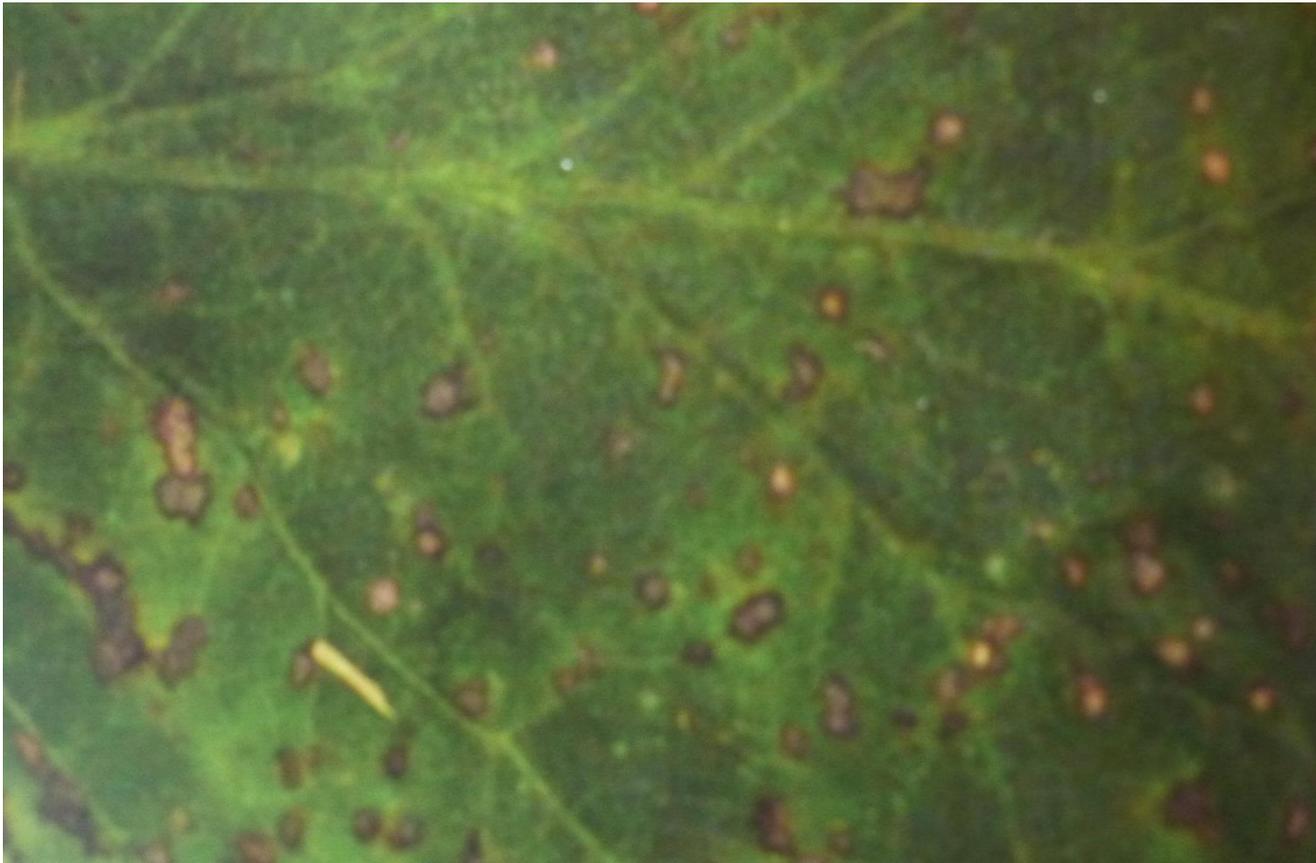
(*Alternaria Alternata* F.SP. *Lycopersici*)



Tizón Temprano
(*Alternaria Solani*)



Mancha Gris de la Hoja.
(*stephylium solani*, *S. Floridanum*, *S. botryosum*)



Moho de la Hoja
(Cladosporium Fulvum) (Fulvia Fulva)



Viruela
(*Septoria Lycopersici*)



Cenicilla

(Levellula Taurica Oidiopsis Taurica)



Tizón Tardío

(*Phytophthora Infestans*)



ENFERMEDADES DEL FRUTO

Moho Gris
(*Botrytis Cinerea*)



Antracnosis (*Culletotrichum Cocoides*)



ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

Cáncer Bacteriano

(*Clavibacter Michiganensis* F.)





Peca Bacteriana
(*Pseudomonas Syringae* Pv. Tomato.)



Marchitez Bacteriana (Pseudomonas Solanacearum)



Mancha Bacteriana
(*Xanthomonas Campestris* Pv. *Vesicatoria*)



ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Virus de la Hoja Amarilla y Rizada del Tomate (TYLSCV)



Virus del Mosaico de la Alfalfa (AMV)



Virus Mosaico del Pepino (CMV)



Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV)



Virus Mosaico del Tabaco (TMV)



Virus Mosaico del Tomate (TOMV)



PLAGAS MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DE JITOMATE

Las plantaciones de jitomate son atacadas durante todo el ciclo del cultivo por una gran diversidad de plagas de insectos y ácaros. Dichas plagas representan uno de los principales factores que limitan la producción.

Durante el diseño de los invernaderos es muy importante considerar que las instalaciones representan una barrera física que impide el acceso de las plagas, por lo que los accesos y la selección de materiales de cobertura del invernadero deben de planearse con esta finalidad.

Mosca Blanca (Bemisia Tabaci, B. Argentifulii)



Daños:

- Inhibición de crecimiento
- Transmisión de virus
- Producción de mielecilla
- Negrilla



Áfidos (*Myzus Persicae* y Hemiptera: Aphididac.)



Daños

- Enrollamiento y formación de agallas en las hojas
- Ocasiona infestación de fumagina
- Interfiere en la función fotosintética de las hojas
- Trasmiten el virus de una planta a otra.



Paratrioza o Pulgón Saltador (*Bactericera Cockerelli*
– Hemiptera Psyllidae)



Gusano Soldado (spodoptera Exigua)



Gusano Alfiler (*keiferia Lycopersicella*)
(lepidoptera Noctuidae)



Gusano Falso Medidor (*trichoplusia ni* -)
Lepidoptora: Noctuidae



Minador de la Hoja (Liriomyza Sativae)
(Ditera: Agromycidae)





Trips:(Frankliniella Occidentalis)
(Thysanoptera: Trypidae)



ÁCAROS

Acaro o Araña Roja (Tetranychus Urticae)



- Daños
- Se alimentan de celular y savia vegetal
- Reducción de fotosíntesis
- Manchas necróticas
- Telarañas



Ácaro o Canelilla (*Aculops Lycopersici*)



- Daños
- Producen telarañas en las hojas que se cubren de polvo
- Se alimenta succionando la savia
- Reducción de la clorofila y capacidad fotosintética.

MALEZA

La eliminación de la maleza es muy importante para el control de plagas y enfermedades, estas deben de realizarse dentro y fuera del invernadero para eliminar posibles plantas hospederas y fuentes de inoculo de virosis y/o fitoplasmas.



GRACIAS