

**SOBERANÍA
ALIMENTARIA**



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

MANEJO DEL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO



**Programa Nacional
de Apoyo a la
Producción y
Comercialización
de Hortalizas**

Contenido

Presentación	3
Introducción	5
Cómo construir un invernadero	6
Requerimientos de clima y suelo del cultivo de tomate	7
Clasificación del tomate	8
Variedades recomendadas	10
Manejo de almacigueros	11
Preparación del sustrato	11
Desinfestación del sustrato	12
Preparación de platabandas	12
Riego	13
Fertilización	14
Trasplante	16
Poda de formación y desinfestación de herramientas	16
Eliminación de brotes	17
Tutorado	17
Deshojado	18
Aclareo de frutos y despunte de brotes apicales	19
Cosecha	19
Poscosecha	20
Dónde y cómo vender	21

Contenido

Enfermedades de mayor incidencia en el cultivo de tomate bajo cubierta	23
Botrytis o moho gris	23
Cenicilla, polvillo u oidiosis	24
Marchitez por fusarium	25
Alternaria o tizón temprano	27
Mildiu - Tizón tardío	28
Nematodos	30
Peca bacteriana o mancha bacteriana	31
Virus del bronceado del tomate (TSWV)	32
Virus del mosaico del pepino (CMV)	33
Virus del mosaico del tabaco (TMV)	35
Insectos de mayor daño al cultivo de tomate bajo cubierta	37
Áfidos - pulgones	37
Mosca blanca	38
Trips	39
Polilla del tomate	40
Perforador del fruto del tomate	42
Ácaros del tomate	44
Estrategia de manejo del cultivo de tomate, con bioinsumos, bajo condiciones de invernadero	46
Características de los bioinsumos	52
Bibliografía	54
Anexo 1	55

PRESENTACIÓN

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras – MDRyT a través de la Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria, en el marco de la ejecución del "Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Comercialización de Hortalizas" presenta el Manual de Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero.

Este documento es una herramienta técnica, destinado a profesionales extensionistas, promotores y productores con la finalidad de proporcionar elementos técnicos necesarios para el manejo apropiado del cultivo de tomate, plagas y enfermedades bajo condiciones protegidas como alternativa para evitar la estacionalidad en el calendario de producción. La misma fue desarrollada por la Fundación PROINPA.

La información compartida tiene como fin mejorar los índices de producción, manejo cultural con prácticas adaptables, riego y manejo pos cosecha del cultivo de tomate implementado por las unidades productivas y así contribuir a la seguridad alimentaria de la población del Estado Plurinacional de Bolivia.

INTRODUCCIÓN

La producción de tomate en invernadero constituye una alternativa a las limitantes que el productor enfrenta en cultivos a campo abierto (climas extremos, medio ambiente y suelos infestados, falta de agua, manejo indiscriminado de plaguicidas, así como el manejo óptimo de recursos). Utilizando el sistema de invernadero se garantiza una producción elevada y de mejor calidad.

La rentabilidad del cultivo se debe a prácticas de buen manejo, la variedad utilizada y la duración de la cosecha y post cosecha, de esto depende el éxito del proceso de producción y comercialización la cual puede durar de seis a siete meses en condiciones de invernadero si se utiliza variedades semideterminadas o indeterminadas. Esta hortaliza es importante para la alimentación ya que contiene vitaminas, minerales y licopeno en sus frutos, una sustancia que actúa como antioxidante y anticancerígeno para quienes la consumen.

Esta guía detalla aspectos importantes sobre el manejo del cultivo y el manejo integrado de las principales plagas que se presentan en el tomate, basada en las experiencias obtenidas con productores de tomate y la recopilación de información de otras fuentes especializados.

CÓMO CONSTRUIR UN INVERNADERO

Un invernadero es una instalación cubierta. Puede ser construida con materiales diversos (madera, callapos y/o perfiles metálicos) y cubierta transparente (agrofilm, policarbonato, vidrio) para proteger a las plantas de los cambios de temperatura (invierno), de la alta radiación solar y de las fuertes lluvias además, de manejar mejor la temperatura ambiental con un buen sistema de ventilación.

El tamaño del invernadero dependerá de la superficie que el productor planifique producir y los materiales a utilizar, para su construcción dependerá del presupuesto que dispone (Foto 1). El costo aproximado para construir un invernadero de madera es de \$us 10 por m² con los materiales que se indican en la Fig 1 (costo basado en los precios del año 2010) y con perfiles de fierro o aluminio es de 200.000 \$us/ha.

Para la construcción de un invernadero de madera se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- 1 Los materiales de construcción deben ser durables y resistentes. Las vigas y los listones deben ser de madera dura (almendrillo, verdolago, otros), para la cubierta se necesita plástico agrícola (agrofilm) de 150 a 200 micrones con protección UV (duración de 3 a 4 años), angulares para las bases del cimiento, pernos para unir las vigas, alambre galvanizado # 10, cemento, arena y otros materiales (Anexo 1).
- 2 La dirección de los invernaderos debe ser de norte a sur para lograr la máxima penetración de la luz a las plantas durante el día.
- 3 Si el invernadero no está diseñado con aberturas en el techo (cenitales) para la ventilación, la longitud estaría limitada a 36 - 40 m para favorecer la aireación.
- 4 La altura lateral del invernadero para producir tomate de hábito indeterminado debe ser de 3,2 m para permitir el establecimiento interno de tutores con una altura mínima de 2,8 m (Fig. 1).
- 5 La distancia entre invernaderos debe ser de al menos 6 metros.

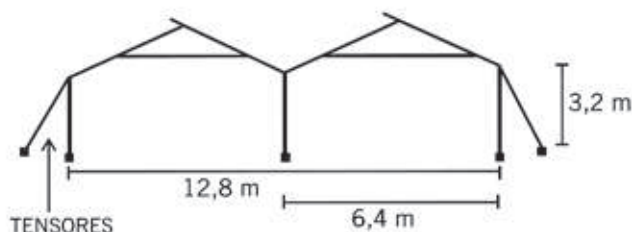


Fig. 1. Croquis con las medidas sugeridas para el invernadero.

- 6 Un invernadero debe soportar una velocidad de viento de hasta 150 km/h. Es recomendable instalar tensores alrededor de éste para reforzar su resistencia a vientos fuertes.
- 7 Las canaletas de desagüe de los invernaderos deben ser construidas con una pendiente de 0,5 a 1% tanto lineal como lateral para el eficiente drenaje de las lluvias.
- 8 Debe tener una puerta de entrada accesible para la circulación de equipos para la preparación de suelos, aplicaciones fitosanitarias, cosecha, como también para el transporte de la producción.
- 9 Se recomienda tener un área de pre ingreso para evitar el ingreso de plagas y además que tenga un pediluvio con cal para la desinfección de los calzados de los operarios.



Foto 1. Invernadero para la producción de tomate.

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO DEL CULTIVO DE TOMATE

Temperatura

- La temperatura óptima es de 20 a 30 °C día y 10 a 17 °C noche para lograr una producción ideal.
- Temperaturas superiores a 30 a 35 °C producen alargamiento de entrenudos mayor y rápido crecimiento brotes secundarios y de las plantas en general aborto de flores y deformación de los frutos.
- Temperaturas inferiores a 10 °C las plantas paralizan su crecimiento, producen deficiencia en el cuajado de flores y desarrollo lento de los frutos.

Humedad

- La humedad relativa (HR) óptima: es de 60 a 80%.
- HR muy elevada: favorece desarrollo de enfermedades fungosas y dificulta la fecundación (polen compactado y aborto de flores). La humedad dentro el invernadero por lo general es mayor al exterior (hasta un 20%), por ello es importante ventilar el invernadero abriendo las cortinas plásticas laterales durante el día para prevenir enfermedades fungosas.

Luminosidad

- Poca luminosidad puede incidir negativamente en la floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta.
- Las condiciones climáticas de los valles y valles bajos son ideales para la producción del tomate pero no excluye el poder producir a mayores altitudes utilizando invernaderos con más equipos instalados (calentadores de ambientes, cobertura doble, etc.) y estructuras más rústicas como los walipinis (invernaderos semi enterrado) las cuales mantienen la temperatura más estable durante todo el día. Esta infraestructura debería favorecer las condiciones ideales para el cultivo porque mantienen una temperatura estable promedio de 19 a 25 °C entre septiembre y mayo, humedad relativa variable (40 a 60 %), buena luminosidad y un verano prolongado.

Suelo

- En un invernadero se recomiendan preparar suelos sueltos de textura franco (arena, limo, arcillosa) ricos en materia orgánica y con buen drenaje.
- El sustrato para el trasplante definitivo en invernadero debe prepararse con 35% de arena, 35% de limo, 5% MO y 25% de cascarilla de arroz requemada.
- pH del suelo entre 5,8 y 6,8 garantiza máxima disponibilidad de nutrientes.

CLASIFICACIÓN DEL TOMATE

Por hábito de crecimiento

- **De crecimiento determinado.** Variedades de tomate que tienen un ciclo vegetativo corto generalmente son plantas compactas de porte de mediano a bajo que florecen y fructifican en un periodo corto de tiempo.
- Tiene un ciclo vegetativo de 120 a 150 días desde el trasplante a la conclusión de la cosecha. La durabilidad de la cosecha es aproximadamente de dos meses. Es utilizada principalmente en siembras de campo abierto.

A campo abierto es la más utilizada y corresponden al tipo pera.

- **De crecimiento semi indeterminado.** Los tomates de tipo semi-determinante ocupan una posición intermedia entre el determinado e indeterminado. El arbusto forma hasta diez inflorescencias en 2-3 hojas. El brote principal de estas plantas alcanza 1.5-1.7 m de altura. Las variedades semi-determinadas crecen relativamente largas, dan frutos de manera uniforme durante toda la temporada.

- **De crecimiento indeterminado.** Variedades de tomate que tienen un ciclo vegetativo largo (270 días), son plantas de crecimiento continuo (3 a 6 metros de largo). Los racimos florales se forman y desarrollan después de tres hojas. Tiene un ciclo vegetativo comercial de 270 días desde el trasplante a la conclusión de la cosecha.

La cosecha dura de 6 a 7 meses bajo condiciones de los valles y zonas bajas y de 5 a 6 meses en zonas más altas y frías como el altiplano. Es recomendable cultivar este tipo de tomate en invernadero (Foto 2).

INDETERMINADO



Figura 1a. Crecimiento de tomate tipo indeterminado

DETERMINADO



Figura 1b. Crecimiento de tomate tipo determinado

Por la forma del fruto.

- Tomate redondo o bola para ensalada y otros tipos de preparado múltiples.
- Tomate alargado o pera para usarlos en guisados y salsas e industria.
- Tomate tipo cereza (tipo cherry) para repostería, ensaladas y salsas.

Variedades híbridas de tomate, de forma redonda es la preferida para la producción en invernaderos para los productores, en cambio las variedades híbridas determinadas es la escogida para su producción a campo abierto.



Foto 2. Cultivo de tomate en fructificación bajo cubierta.

VARIETADES RECOMENDADAS

A través de la investigación y la validación participativa se recomiendan variedades híbridas: de crecimiento determinado: Torreón, Jaliscience y Melton para la producción en campo abierto y variedades de crecimiento indeterminado: Híbrida Shannon (Foto 3), Elpida, Montelimar, Toivo, Toluca y otros para su producción en invernaderos.

MANEJO DE ALMACIGUEROS

Generalmente, en toda zona productora hay empresas y/o instituciones especializadas en la producción de plantines como servicio. Estas instituciones realizan el trabajo desde la preparación de sustrato su desinfección y llenado de bandejas para finalizar en la siembra de la semilla.

La siembra es realizada en bandejas 128 a 200 alveólos (bandejas de plástico o plastoformo) donde se coloca una semilla por alveólo y a una profundidad de 3 a 4 mm. Una vez sembrada la semilla en las bandejas es colocada en un ambiente oscuro con una humedad de 60 a 80% y a una temperatura 20 a 28 °C (llamada también incubadora o germinador), por espacio de 3 a 5 días hasta que el 80% de las semillas germinen.

Una vez que la mayoría de las semillas hayan germinado se transfieren las bandejas a un invernadero especial para su desarrollo; en el transcurso del desarrollo de las plantas se debe suministrar riego a diario suficiente y sin exceso, condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y



Foto 3. Frutos de tomate variedad Híbrida Shannon



Foto 4. Plantulas de tomate en bandejas de plastoformo durante su desarrollo inicial.



Foto 5. Almaciguero bajo cubierta plastica.

humedad ambiental. Después de los cotiledones ya empiezan a formarse las primeras hojas verdaderas, se recomienda iniciar con el programa de fertilizaciones y tratamientos fitosanitarios para evitar posibles ataques de insectos plaga y enfermedades foliares. En este ambiente permanecen por espacio de 20 a 25 días en los cuales se desarrollará hasta el momento del trasplante en el invernadero. Para prevenir problemas de damping off a la emergencia se recomienda aplicar productos en base a *Trichoderma* si la semilla no estuviese tratada se puede peletizar con el mismo producto antes de la siembra o el producto puede ser aplicado al sustrato.

Para las condiciones de los valles de Cochabamba se recomienda almacenar desde la segunda quincena de julio o a principios de agosto con el fin de realizar el trasplante a mediados de septiembre. Si el ambiente es muy frío se puede proteger a las plántulas del frío con una manta térmica que se puede conseguir en el mercado. Se trata de un material sintético que permite aislar el ambiente interno y se tiene un aumento no mayor a 4 °C respecto a la temperatura exterior. Es importante ubicar el almaciguero bajo una cobertura plástica o invernadero donde sea posible manejar los cambios de temperatura, la humedad relativa y evitar la entrada de animales (Foto 5). El lugar de los almacigueros debe ser iluminado y libre de sombras no debe estar cerca o bajo árboles que impidan la entrada de luz.

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

SUSTRATO RECOMENDADO:

- Cascarilla de arroz quemada 30%
- Tierra vegetal 30%
- Limo libre de sales 30%
- Estiércol (descompuesto) 10%

Si se decide realizar las almacigueras uno mismo es necesario desinfectar el sustrato con sustancias químicas o vapor para evitar problemas fitosanitarios, especialmente enfermedades de suelo en las nuevas plantas (Foto 6). Se puede complementar con fertilizantes sintéticos, se recomienda realizar el primer riego con Nitrato de calcio en una relación de 1g/litro.



Foto 6. Semilleros de tomate con nebulizadores.

DESINFESTACIÓN DEL SUSTRATO

Para evitar la presencia de enfermedades de tipo radicular y su multiplicación durante el ciclo del cultivo es importante desinfestar los componentes del sustrato a utilizar (tierra vegetal, estiércol y lama). En el caso de la cascarilla de arroz, se requema antes de su uso. La desinfestación se puede realizar utilizando diferentes procedimientos:

Esterilización con vapor. Entre 90 a 120 °C (Foto 7).

Biofumigación. Incorporación de material vegetal (brócoli, coliflor y/o repollo) que al descomponerse produce sustancias tóxicas volátiles que eliminan los patógenos de suelo. Se debe cubrir el suelo con plástico.

Solarización del suelo. Cubrir el suelo con plástico para que el proceso hidrotérmico eleve la temperatura a niveles letales para patógenos (hasta 49 °C o más). Antes de cubrir se debe humedecer el suelo a capacidad de campo.

En todos los casos se recomienda el enriquecimiento con microorganismos benéficos de los géneros *Trichoderma* y *Bacillus* por sus beneficios como supresores enfermedades, bioestimulantes y biofertilizantes.

PREPARACIÓN DE PLATABANDAS

Es recomendable levantar platabandas (o cama alta de siembra) de un metro de ancho. Al momento de la plantación el suelo debe estar húmedo y los pasillos de circulación deben tener un ancho mínimo de 60 cm. Utilizar estiércol de ovinos, bovinos o de conejos previamente descompuesto, la cantidad recomendada es de 6 carretillas (0,5 m³) por platabanda de 30 m².

Si su terreno es muy arcilloso es recomendable incorporar cascarilla de arroz o lama libre de sales (salitre) en la misma proporción.

Fertilización química inicial: Utilizar 2 kg de Nitrofoska Azul por platabanda de 30 m² e incorporarlos antes del trasplante. Para complementar y mejorar el aprovechamiento de los nutrientes se recomienda el uso de biofertilizantes como el Energy Top.



Foto 7. Desinfestación de sustrato con vapor y distribución.

Humus de lombriz: Se puede aplicar de 120 a 150 g de este producto en el sitio de trasplante de cada planta.

Uso de supresores de patógenos de suelo y bioestimulantes. Se puede también complementar la preparación de las camas con la adición de productos en base a *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp., porque van a ayudar a prevenir muerte por *Fusarium* u otros patógenos de suelo, si estos microorganismos son promotores de crecimiento favorecerán en un buen desarrollo radicular y aprovechamiento de nutrientes y agua.

RIEGO

En invernadero el riego debe aplicarse en cantidad suficiente y oportuna para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. Lo ideal es el riego por goteo, es más eficiente, hay menos pérdida de agua y evita humedecer el follaje (Foto 8).

Se recomienda el uso de mangueras de goteo autocompensadas de 16 mm, con una distancia de 20 cm entre goteros.



Foto 8. Riego por goteo.

Durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos, el riego debe ser en periodos cortos pero frecuentes, con el objetivo de mantener la humedad del suelo para la formación y llenado de frutos. Si hay escasez de agua durante esta época habrá dificultad para la absorción de nutrientes como calcio además de aborto floral, caída de frutos pequeños, mal formación de frutos, reducción del número de racimos florales e incluso disminución de la productividad y vida de la planta. Una planta de tomate consume diariamente de 1 a 1,5 litros de agua dependiendo de la variedad y de su desarrollo. El cultivo requiere mayor cantidad de agua cuando se realiza el trasplante y en el periodo que abarca desde la floración hasta el llenado de los últimos racimos. Por último, nunca se debe dejar que el suelo seque demasiado, esto ocasiona daños como el agrietamiento en los frutos.

FERTILIZACIÓN

Para obtener rendimientos altos y con buena calidad es necesario realizar una fertilización complementaria con macronutrientes (N, P, K, Ca, S y Mg) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn y B). Estos deben ser suministrados en cantidades diferenciadas (Tabla 1) y oportunamente, de acuerdo al estadio de desarrollo de las plantas. Una forma de suministrar estos nutrientes es a través del riego por goteo (fertirrigación) ya que se logra una asimilación más eficiente. A continuación se describen las principales funciones de los macro y micro nutrientes para el tomate y su disponibilidad en el mercado como fertilizantes solubles:

- El **nitrógeno** en forma de nitrato (NO_3) es importante para el desarrollo inicial y la formación de frutos.
- El **potasio** es esencial en la maduración del fruto mejora su calidad y aumenta el tamaño de las semillas. Puede emplearse en forma de nitrato potásico, sulfato potásico, fosfato mono potásico o mediante quelatos.
- El **fósforo** es determinante sobre la formación de raíces y el tamaño de las flores. Se encuentra también en forma de fosfato mono y di amónico.
- El **calcio** es importante para la calidad de almacenamiento y para menor susceptibilidad a enfermedades. Se puede utilizar en forma de nitrato de calcio líquido o sólido.
- El **azufre** es importante para la síntesis de aminoácidos: cisteína y metionina.
- El **magnesio** es componente esencial de la clorofila, necesario para la formación de los azúcares. Se encuentra en el mercado en forma de sulfato de magnesio.

Los micronutrientes de mayor importancia para la producción del tomate son el hierro que es primordial en la coloración de los frutos, el manganeso para la fotosíntesis, el boro para la formación de la pared celular y el zinc para el crecimiento y desarrollo temprano (auxinas). Estos productos pueden adquirirse en tiendas especializadas en la comercialización de fertilizantes solubles. La carencia de nutrientes en el tomate se manifiesta con algunos síntomas típicos en hojas, flores o frutos. Por ejemplo, la deficiencia de potasio (K) se hace notoria en la forma y color de las hojas las cuales se doblan por el borde, quedan pequeñas y amarillean hasta tornarse grises; la carencia de calcio (Ca) se manifiesta con la aparición de podredumbre apical en el fruto incluso en sus estadios iniciales de formación (Foto 9).

La solución concentrada A aporta a las plantas los elementos nutritivos que ellas consumen en mayores proporciones. La solución concentrada B aporta en cambio los elementos que son requeridos en menores proporciones pero esenciales para que la planta pueda desarrollarse normalmente.

La solución A y B debe ser preparada por separado. Los sulfatos jamás deben mezclarse con los nitratos sin la presencia de agua esto inactivaría gran parte de los elementos nutritivos que contiene cada uno de ellos.



Foto 9. Deficiencia de macro elementos: fósforo, potasio y calcio en tomate.

Tabla 1. Cantidad de producto por estadio de desarrollo para 1.000 plantas (invernadero de 430 m²; superficie útil 251 m²), según la experiencia de PROINPA.

	Productos	I (kg)	II (kg)	III (kg)	IV (kg)	Total (kg)
Solución A	Nitrofo-foska Azul	18,0				
	Nitrato de Potasio		1,563	3,125	16,667	21,354
	Nitrato de Calcio		1,563	3,125	19,048	23,735
	Fosfato mono amónico		0,290	0,580	2,857	3,728
Solución B	Sulfato de Magnesio		0,402	0,804	4,762	5,967
	Sulfato de Zinc		0,002	0,004	0,024	0,031
	Sulfato de Cobre		0,002	0,001	0,24	0,031
	Sulfato de Hierro		0,004	0,009	0,048	0,061
	Ácido Bórico (Borax)		0,007	0,013	0,071	0,092
	Quelato de Hierro		0,022	0,045	0,238	0,305

I = Antes del trasplante (fertilización de fondo)

II = Floración 15 a 30 días después de trasplante (ddt)

III = Formación de fruto 30 a 75 ddt

IV = Producción 75 a 220 ddt

ddt = días después de trasplante

Cada solución concentrada (A y B) se prepara para un volumen de 1.000 litros de agua y se necesita una balanza de precisión para dosificar los productos. La correcta elaboración y aplicación se realiza mediante el sistema de conexión de salida de la bomba de agua del depósito la cual funciona tanto por medio del Venturi (accesorio instalado que mezcla la solución concentrada con el agua de riego) o por adición directa de las soluciones concentradas al depósito de agua.

TRASPLANTE

El trasplante (Foto 10) se realiza cuando la plántula alcanza una altura promedio de 12 a 15 cm y un sistema radicular fuerte y bien formado que permita la absorción adecuada de nutrientes. La mejor época para el trasplante en los valles de Cochabamba es a partir del mes de septiembre. Una vez que se cuenta con las plántulas endurecidas se las debe plantar en el lugar definitivo. Para ello se deberá realizar un trazo de campo de acuerdo a la densidad recomendada de 60 cm entre hileras y 50 cm entre plantas.

Foto 10. *Trasplante y desarrollo en platabandas.*



PODA DE FORMACIÓN Y DESINFESTACIÓN DE HERRAMIENTAS

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales que serán eliminados al igual que las hojas más viejas mejorando así la aireación del cuello. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Es recomendable las podas de uno o dos brazos (Foto 11).



Foto 11. *Poda de formación a dos brazos.*

Sin embargo, para evitar la entrada de fitopatógenos a través de las heridas causadas por la poda principalmente enfermedades bacterianas o fungosas como *Botrytis* se recomienda hacer desinfestación de las herramientas usadas en una solución de hipoclorito de sodio al 3% cuando se pasa de una planta podada a otra sin poda (Foto 12). A la conclusión de la poda es necesario aplicar un producto a base de cobre principalmente en las partes podadas para cerrar las heridas.



Foto 12. Plantas sin podar.



Foto 13. Desinfestación de herramientas para poda.



Foto 14. Eliminación de brotes axilares.

ELIMINACIÓN DE BROTES

Cuando los brotes axilares son pequeños debe realizarse su eliminación con la mayor frecuencia posible (de 7 a 10 días) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas grandes (Foto 14). Si los brotes sobrepasan los 10 cm de longitud la eliminación se realiza con podadora. Los cortes deben ser sin rasgaduras y paralelos a la inserción del tallo para prevenir enfermedades.

TUTORADO

El tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda para un crecimiento vertical (se debe envolver en el sentido de las agujas del reloj) evitando que las hojas y frutos tengan contacto con el suelo. El tutorado se construye poniendo en cada extremo del surco un poste de madera a una altura de 2,8 a 3 m (Foto 15). En ambos extremos se extiende una línea de alambre galvanizado # 10 del cual se cuelga un gancho de alambre que lleva enrollado el hilo de polipropileno (rafia) para sostener a la planta (Foto 16).



Foto 15. Tutorado.



Foto 16. Ganchos de tutorado.

DESHOJADO

Es recomendable eliminar las hojas marchitas para facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, además sacarlas inmediatamente del invernadero eliminando así la fuente de inóculo (Foto 17). Recoger y sacar inmediatamente del invernadero los residuos de la poda y deshoje ya que pueden ser fuente de inóculo de enfermedades y plagas.



Foto 17. Eliminación de hojas basales.

IMPORTANTE:

Cuando ya se inicia la cosecha se recomienda eliminar las hojas basales una vez que el fruto tiene una coloración de pintón o rosa para favorecer una mejor coloración y una ganancia de peso del fruto.

ACLAREO DE FRUTOS Y DESPUNTE DE BROTES APICALES

Para homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos y su calidad se recomienda dos tipos de aclareo: 1) el aclareo sistemático en los racimos dejando un número de frutos fijo (de 5 a 6 frutos por racimo) eliminando los frutos inmaduros mal posicionados y 2) el aclareo selectivo de aquellos frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre (Foto 18).

A finales del mes de abril se recomienda realizar el despunte de los brotes apicales para direccionar los nutrientes a los frutos remanentes de la planta. Esta práctica es recomendada porque durante el invierno no se consigue producir tomate por las bajas temperaturas (Foto 19).



Foto 18. Aclareo de frutos.



Foto 19. Despunte de brotes apicales.

COSECHA

El fruto llega a la madurez mínima para la cosecha cuando las semillas están completamente desarrolladas y no se parten al rebanar el fruto, además de que el material gelatinoso está presente en al menos un lóculo y se está formando en otros. En tomates de larga vida como la variedad Híbrida Shannon la maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en estado verde maduro. La madurez mínima de cosecha para esta variedad corresponde a la clase rosa (Tabla 2). En este estado del 30 al 60%, el fruto es de color rosado (Foto 20).

**Tabla 2. Estado de maduración del fruto de tomate
(basada en USDA, 1976; Rick, 1978)**

Días post antesis*	% Superficie coloreada	Denominación	N° (USDA 1976)
30	0	verde maduro	1
36	< 10	rompiente	2
51	10 - 30	pintón	3
45	30 - 60	rosa	4
59	60 - 90	rojo claro	5
52	> 90	rojo maduro	6

* Tiempo aproximado en días, en condiciones de desarrollo óptimo.

Estado de maduración fruto variedad Híbrida Shannon

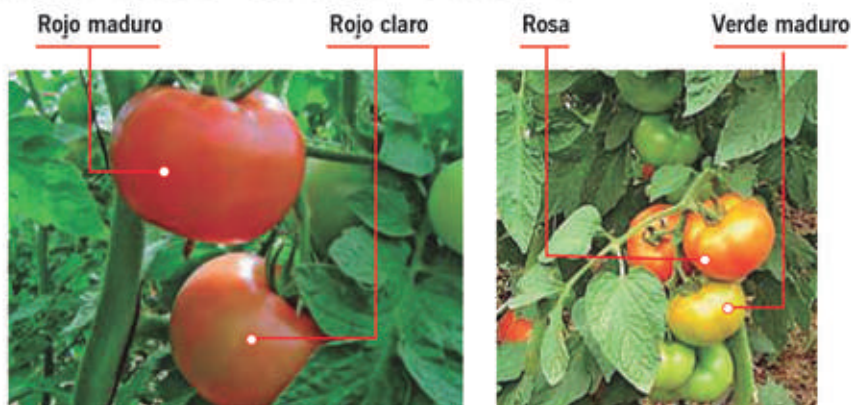


Foto 20. Estadios de maduración del tomate.

POSCOSECHA

Una vez realizada la cosecha los frutos deben depositarse en cajas eliminando el pedúnculo. Para la selección y empaque, las cajas tienen que permanecer en un lugar sombreado. Se lleva a cabo la limpieza y selección aplicando los criterios de madurez, tamaño y firmeza y en algunos casos también el peso. Se realiza la limpieza de los frutos lavándolos y secándolos con un paño suave para su comercialización es necesario eliminar la suciedad y las materias extrañas de la epidermis de los tomates y así darle una buena presentación. Según el destino y demanda del mercado se selecciona la fruta por tamaño y calidad. Para la variedad Shannon la calidad se basa en la uniformidad de forma y color (rojo a rojo intenso) y firmeza al tacto (es decir no debe estar suave ni debe deformarse).

fácilmente). Finalmente, el empaque se realiza en cajas de plástico o madera que no sean demasiado grandes ni pesadas, llenándolas con 14 a 20 kg¹ de tomate para no dañar el fruto.

MANEJO POS COSECHA DE INVERNADERO

Al finalizar el periodo de cosecha y cuando las plantas muestran signos de vejez se debe eliminar todas las plantas y no dejar restos de tallos, hojas, frutos o raíces en el invernadero, además deben retirarse todas las malezas. Esta práctica es recomendable para evitar el mantenimiento y/o propagación de hospederos de insectos y enfermedades que podrían tener un efecto negativo en la sanidad del cultivo de la siguiente campaña agrícola.

También se recomienda realizar una inspección ocular de las raíces de las plantas de tomate antes de su eliminación para observar si hay presencia de nematodos (como agallas en forma de un rosario) y así poder tomar acciones de prevención. Para aprovechar la infraestructura del invernadero durante el invierno se puede cultivar algunas hortalizas de ciclo corto y tolerantes al frío como lechuga, repollo, brócoli y coliflor que permiten romper el monocultivo y se puede aprovechar el follaje de las brásicas como biofumigantes y como aporte de materia orgánica para la siguiente campaña.

DÓNDE Y CÓMO VENDER

Para diferenciar el tomate producido en invernadero del cultivado a campo abierto se debe identificar su procedencia, forma de producción, identificar un nombre comercial (si quiere posicionar su marca) evocando los atributos de este producto que tiene un uso mínimo de plaguicidas en su producción.

Este tomate de mesa al ser un producto con elevados costos de producción en lo posible debe venderse a segmentos de la población con ingresos superiores como en supermercados y restaurantes que constituyen sitios preferenciales.

La publicidad (Foto 21) presentación y calidad del producto juegan un rol importante en los volúmenes requeridos. Por ejemplo, la presentación de los tomates para venderlos por peso en kilogramos se debe tener un embalaje atractivo y práctico como bolsas de malla (Foto 22).



Foto 21. Publicidad a través de banner.

Los supermercados y consumidores en general tienen requerimientos constantes de tomate durante todo el año que bajo las condiciones climáticas de los valles en general no son posibles producir para satisfacer los requerimientos del mercado, especialmente durante el invierno por las bajas temperaturas. En invierno, las zonas sin incidencia de heladas podrían cubrir la demanda.

La solución a este problema es la producción de tomate en invernaderos que estén equipados con sistemas de control de ambiente en la cual se pueda realizar la producción en cualquier época, obtener rendimientos altos con las cuales se pueda competir en precio y calidad en cualquier mercado (popular y/o supermercado).

Presentación del producto de acuerdo a requerimientos del mercado



Foto 22. Comercialización en bolsas de mallas.

ENFERMEDADES DE MAYOR INCIDENCIA EN EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CUBIERTA



Foto 1. Síntoma en fruto mostrando esporulación aterciopelada.

BOTRYTIS O MOHO GRIS

Agente causal: *Botrytis cinerea*

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Esta enfermedad tiene mayor incidencia cuando existe una alta humedad relativa (superior a 90%) y en etapas avanzadas de desarrollo del cultivo (cuando inicia la maduración de los frutos del primer racimo floral) afectando a las hojas, flores y frutos. Los síntomas del Moho Gris se caracterizan por una cubierta aterciopelada de esporas en las flores senescentes y en el cáliz del fruto (Foto 1). Las infecciones se extienden de las flores y los frutos hacia el tallo. Sobre el tallo se manifiestan lesiones deprimidas, circulares o elipsoides marrón-oscuro (Foto 2). El ataque a los tallos puede producir su doblamiento y causar la muerte de la planta. La fruta inmadura se torna verde a castaño ligero o blanco. Una pudrición suave puede desarrollarse en la fruta permaneciendo la piel intacta pero el tejido interno se pone blando y acuoso. Los frutos también pueden infectarse directamente por las esporas transportadas por el viento o por labores culturales (poda).



Foto 2. Lesiones elipsoides en tallo.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Podar y deshojar oportunamente para mejorar la aireación dentro del cultivo y reducir la incidencia de la enfermedad.
- Aplicar la cantidad recomendada de nitrógeno para evitar vigor excesivo de las hojas.
- Desinfectar las herramientas que hayan estado en contacto con plantas enfermas.

- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos de prácticas culturales y cosecha.
- Usar fungicidas sintéticos y/o biofungicidas (Bacterial Mix 2 L-1/ha). Su aplicación de este producto es preventivo.
- Realizar la alternancia de productos sistémicos y de contacto para no crear resistencia.

CENICILLA, POLVILLO U OIDIOSIS

Agente causal: *Oidiopsis taurica* (anamorfo)



Foto 3. Hojas con abundante esporulación sobre el haz.

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Esta enfermedad es la más frecuente debido a las temperaturas altas en la producción de tomate de invernadero.

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la Cenicilla o Polvillo son 26 °C de temperatura y una humedad relativa entre 52 a 72%. El hongo sobrevive en invierno en residuos de cosecha como micelio y cleistotecios en el suelo.

La enfermedad se disemina principalmente por el viento, insectos, herramientas, etc. Este hongo afecta principalmente hojas y tallos.

El síntoma característico es un polvillo blanco sobre las hojas de donde deriva su nombre (Foto 3).

Los síntomas se manifiestan inicialmente en las hojas viejas en forma de manchas verdes amarillentas casi circulares en el haz de las hojas. Después la lesión del centro se deshidrata y se torna marrón.

En condiciones favorables las lesiones pueden extenderse hasta unirse y deshidratar las hojas por completo pasando luego al tallo (Foto 4).

El daño principal es la reducción del área fotosintética en consecuencia la vida de la planta y el rendimiento se reducen y los frutos son pequeños.



Foto 4. Oídiosis en tallo.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Lavar las hojas con agua y detergente mediante el riego por aspersión para eliminar las esporas del hongo.
- Desinfectar las herramientas que hayan estado en contacto con plantas enfermas.
- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos del deshoje, podas y cosecha.
- Evitar la rotación con pimentón.

Prácticas químicas

- Aplicar de forma alternada productos químicos como Tilt (Propiconazol) en dosis de 20 cc/20 litros de agua y Sphere (Trifloxistrobin 18,75% y Cyproconazole 8%) en dosis de 10 cc/20 litros de agua.

Prácticas biológicas

- Aplicar productos en base a azufre como el caldo sulfocálcico (tener cuidado en la fase de floración porque puede ocasionar aborto).
- También se puede aplicar productos en base a *Bacillus* sp., ejemplo el Bacterial Mix en una dosis de 2 L⁻¹/ha

MARCHITEZ POR FUSARIUM

Agente causal: *Fusarium oxysporum*

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Es una enfermedad muy destructiva y de ocurrencia generalizada favorecida por temperaturas altas y suelos ácidos mal drenados y de textura liviana. La enfermedad puede ser transmitida por semilla considerándose el modo más eficiente para su diseminación a largas distancias. Se presenta en la mayoría de las zonas productoras de tomate. Puede presentarse desde almaciguera después del trasplante (Foto 5) o durante el desarrollo del cultivo. Las plantas afectadas que se dejan en el campo son la fuente principal de la enfermedad ya que el patógeno esporula fácilmente en las plantas y es diseminado por el agua y el viento. El hongo sobrevive en el suelo en forma de clamidosporas y en residuos de cosecha.



Foto 5. Estrangulamiento a la altura del cuello de la planta después del trasplante.



Foto 6. Planta marchita y amarillenta por Fusariosis.

El síntoma más característico es la marchitez y el amarillamiento de las hojas viejas, principalmente al inicio de la fructificación. El amarillamiento es progresivo hacia las hojas nuevas seguido de la marchitez de la planta en las horas más calientes del día (Foto 6). El oscurecimiento de los tejidos vasculares infectados es más intenso en la base del cuello. El síntoma inicial es unilateral (un solo lado de la planta) esto debido a la infección vascular.

Esta enfermedad se ve favorecida por la presencia de nematodos del género *Meloidogyne* incognita que favorece el ingreso del hongo; ambos microorganismos acortan el ciclo de la planta y mueren mucho más antes que las plantas sanas.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Utilizar semilla de alta calidad de preferencia tratada por inmersión en ácido clorhídrico al 1% durante 20 minutos. Las semillas deben peletizarse con productos en base a *Trichoderma* para prevenir la enfermedad.
- Desinfectar las herramientas que hayan estado en contacto con plantas enfermas.
- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos de prácticas culturales y cosecha.
- Realizar rotación de cultivos.
- Corregir la acidez del suelo manteniendo el pH en torno de 6,5 mediante la aplicación de cal agrícola o dolomita que aumentan el pH.
- Seleccionar las plántulas libres de la enfermedad al momento del trasplante.

Prácticas genéticas

- Plantar cultivares o híbridos resistentes a la fusariosis (Victoria Supreme, Monica, Hermosa, Mariana, Sweet Elite).

Prácticas químicas

- Realizar aplicaciones con fungicidas dirigidas al cuello y follaje de la planta como Benomyl (40 g/20 litros).

Prácticas biológicas

- Aplicar cualquier producto biológico en base a *Trichoderma* sp., tanto al cuello de la planta como a la plantabanda para que el microorganismo colonice el sustrato.

ALTERNARIA, PASMO AMARILLO O TIZÓN TEMPRANO

Agente causal: *Alternaria solani*

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Esta enfermedad se presenta a una temperatura de 20 a 25 °C y humedad relativa de 70%. Se disemina por semilla además del viento, agua, insectos, trabajadores y maquinaria agrícola.

El ataque más severo ocurre cuando las plantas están estresadas por mucha fructificación o deficiencias nutricionales (síntomas en hojas jóvenes).

Este hongo puede sobrevivir por más de un año en residuos de cosecha. Las plantas en invernadero son menos atacadas que las de campo.



Foto 7. Mancha necrótica con anillos concéntricos, típico de alternariosis.

Los síntomas se presentan en cualquier fase de desarrollo (desde almácigo cuando viene en semilla lesiones oscuras aparecen en la base del cuello resultando en la muerte de las plántulas). En algunos casos se presenta simultáneamente al tizón tardío. Si esto ocurre las pérdidas son mayores.

El síntoma más común corresponde a manchas circulares marrones en las hojas viejas delimitadas por un halo amarillo luego las manchas aumentan de tamaño y forman anillos concéntricos (Foto 7). Las manchas pueden coalescer y dañar la hoja completa. Las hojas afectadas se tornan amarillentas y caen.

Cuando el ataque es severo hay defoliación ocasionando quemaduras de los frutos. En ramas y tallos las lesiones son alargadas con anillos concéntricos debilitando las ramas que llegan a romperse por el peso de los frutos.

En los frutos las lesiones son hundidas y oscuras con anillos concéntricos, generalmente en la región peduncular. Las lesiones son de aspecto seco y sobre ellas se observa esporulación.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Usar semilla de alta calidad y debidamente tratada.
- Realizar rotación de cultivos en invernadero con otras especies que no sean Solanáceas, de preferencia Brásicas.

- Eliminar plantas voluntarias y malezas de la familia Solanácea.
- Seleccionar plántulas libres de enfermedad al momento del trasplante.
- Evitar el monocultivo o la siembra próxima a parcelas de cultivos viejos de tomate o papa ya que son fuente de inóculo.
- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos de las prácticas culturales y la cosecha.

Prácticas químicas

- Aplicar productos químicos antes de la fructificación como Mancozeb a 100 g/20 litros de agua.
- Evitar la aplicación de productos a base de oxiclورو de cobre (Cupravit o Cobox) antes de la floración de la planta.

Prácticas biológicas

- Aplicar productos en base a *Bacillus* sp. como Bacterial Mix a una dosis de 2 L/ha.

MILDIU O TIZÓN TARDÍO

Agente causal: *Phytophthora infestans*

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

El tizón tardío es la enfermedad más importante del tomate, especialmente en condiciones húmedas de zonas templadas. En invernadero su presencia es menor debido a la ausencia de la humedad requerida para su desarrollo.

La temperatura favorable para esta enfermedad oscila entre los 16 y 22 °C y una humedad relativa de 91 a 100%.

La enfermedad se puede presentar desde la etapa de almácigo hasta la cosecha. Se disemina por el viento, lluvia y plantas voluntarias enfermas mas no por la semilla afectando principalmente al follaje. Los síntomas iniciales aparecen en la mitad superior de la planta pudiendo ocasionar la muerte del brote apical.



Foto 8. Síntoma típico de Tizón tardío en tallo.



Foto 9. Fruto de tomate con lesiones hundidas de aspecto corchoso.

En las hojas la enfermedad inicia como manchas grandes de apariencia húmeda, éstas se alargan y oscurecen. Cuando la humedad está por encima del 90% en los bordes de las lesiones se observa un micelio algodonoso blanco que corresponde a la esporulación del patógeno. De las hojas puede diseminarse hacia los tallos o a la inversa.

En los entrenudos del tallo aparecen manchas pardas y negruzcas que rodean o se extienden a ramas y pecíolos de hojas (Foto 8).

Los frutos enfermos se observan manchas hundidas irregulares, primero de color café oliváceo y lisas, más tarde se tornan marrón oscuro y de superficie rugosa (Foto 9).

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Asegurar la buena ventilación del invernadero y también de la planta.
- Evitar la excesiva fertilización nitrogenada puesto que favorece el desarrollo del patógeno.
- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos de prácticas culturales y cosecha.

Control químico

- Aplicar biofungicidas o fungicidas preventivamente dando preferencia a fungicidas sistémicos en épocas de mayor humedad. La frecuencia de aplicación debe ser de 7 a 14 días.
- Rotar los principios activos (sistémico y de contacto) no utilizar el fungicida sistémico en más de tres oportunidades para evitar crear resistencia.
- El producto de contacto puede ser reemplazado por el Bacterial Mix en una estrategia de manejo convencional.
- Por ejemplo podemos utilizar Ridomil (Metalaxil) 50 g/20 litros de agua rotando con Manzate 100 g/20 litros de agua. Se recomienda reemplazar el Mancozeb por el Bacterial Mix (200 ml/20 litros de agua)

Prácticas biológicas

- Aplicar productos en base a *Bacillus* sp., como Bacterial Mix a una dosis de 2 L/ha.

NEMATODOS

Agente causal: *Meloidogyne* sp.

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Los nematodos de este género se distribuyen en el suelo por manchones o surcos y se diseminan principalmente con el agua de riego y con cualquier medio de transporte de suelo.

Están presentes en cualquier tipo de suelo a temperaturas elevadas por encima de 25°C. En consecuencia, se debe tener cuidado con el lugar donde se construirá el invernadero.

El síntoma inicial es un crecimiento retardado que se manifiesta como clorosis y enanismo. Si el ataque es severo las plantas infectadas son raquílicas, amarillas y mueren prematuramente.

Estos nematodos producen agallas en las raíces de las plantas. Los estados juveniles logran penetrar a través de la corteza de la raíz para establecerse, induciendo la formación de agallas. Los efectos de la infección del nematodo sobre el desarrollo de las plantas se manifiestan produciendo una deformación y reducción del sistema radical. Como el sistema radicular está debilitado *Fusarium* aprovecha para ingresar y acelerar la descomposición radicular.

Esto se debe a la deficiente absorción y transporte normal del agua y nutrientes que se traduce en un menor desarrollo de la planta.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Uso de plantines sanos.
- Desinfestar el sustrato por solarización durante 30 días o más (humedecer el sustrato, cubrirlo con plástico y voltear cada siete días) o por esterilización con vapor.
- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos de cosecha. No incorporar estas plantas al suelo. Ni tampoco utilizar compost de este tipo de residuos.

Control químico

- Los desinfectantes químicos están prohibidos por su alta toxicidad.
- No se tiene registrado en el SENASAG ningún nematicida.

Resistencia Genética

- Trabajar con cultivares resistentes como Victoria Supreme (de la línea SAKATA).
- Se puede trabajar con injertos.

PECA BACTERIANA O MANCHA BACTERIANA

Agente causal: *Pseudomonas syringae*

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Esta enfermedad tiene mayor importancia en regiones donde la temperatura oscila entre 18 a 25 °C con alta humedad relativa superior a 90%.

La bacteria se transmite por semillas y es eficiente a largas distancias. En cambio a corta distancia es por el agua de riego o la lluvia. En consecuencia, puede presentarse desde el almácigo.

Afecta a cualquier tejido aéreo de la planta: hojas, tallos, peciolo y flores. La bacteria ingresa a las plantas a través de heridas. Reduce el área foliar provoca la caída de las flores y frutos pequeños produciendo grandes pérdidas económicas.

Puede ocurrir infecciones mixtas con otras enfermedades foliares llegando a pasar desapercibida. Los síntomas son diversos: en las hojas se forman manchas negras pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro y están rodeadas por un halo clorótico (Foto 10) las cuales pueden coalescer y secar completamente las hojas; también se pueden observar manchas negras irregulares en los tallos, peciolo y bordes de los sépalos ocasionando la caída de las flores. Sólo los frutos verdes son afectados apareciéndoles pequeñas manchas negras deprimidas sobre la superficie (Foto 11).



Foto 10. Lesiones necróticas con halo clorótico típicos de la enfermedad.



Foto 11. Lesiones negras deprimidas en fruto.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Usar semilla de alta calidad para evitar el establecimiento de la enfermedad desde el almácigo.
- Tratar la semilla sospechosa con agua caliente, entre 50 a 52 °C, durante 25 minutos. Se la puede peletizar con Tricobal (*Trichoderma* o *Bacillus*).
- Seleccionar plántulas libres de la enfermedad al momento del trasplante.

- Desinfectar las herramientas que hayan estado en contacto con plantas enfermas.
- Retirar y eliminar inmediatamente los residuos de prácticas culturales y cosecha.

Resistencia genética

- Utilizar híbridos resistentes.

Control químico

- Se puede aplicar productos en base a cobre para atenuar los síntomas.

Prácticas biológicas

- Aplicar productos en base a *Bacillus* sp., como Bacterial Mix a una dosis de 200 ml/20 L de agua.

VIRUS DEL BRONCEADO DEL TOMATE (TSWV)

Agente causal: *Tomato Spotted Wilt Virus*



Foto 12. Necrosis y anillos en hoja ocasionados por TSWV.



EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

El virus del bronceado del tomate es un patógeno con importancia mundial. La gran magnitud de los daños que provoca es debido a la cantidad de especies a las que infecta (más de 550 especies pertenecientes a más de 70 familias) y a la eficacia de los trips que la transmiten.

En Bolivia, este virus está ampliamente distribuido en las zonas productoras de tomate tanto en campo abierto como en invernadero.

Entre los factores que determinan la epidemiología del bronceado del tomate destacan la zona y la época del cultivo, además de los cultivos próximos ya que éstos influyen sobre el comportamiento poblacional de los trips.

El virus del bronceado es transmitido por trips en la fase larvaria la más eficiente es *Frankliniella occidentalis*. La transmisión es persistente, circulativa y replicativa.

Foto 13. Anillos cloróticos en fruto.

Las plantas presentan síntomas de amarillamiento y tintes violáceos del brote, detenimiento del crecimiento y hojas con el típico tinte bronce y necrosis. Las hojas bronceadas tienen puntos y manchas necróticas que a veces afectan a los peciolo y tallos (Foto 12).

Los frutos muestran problemas en la coloración o bien presentan manchas típicas redondeadas o anilladas, amarillas o verdes. La maduración del fruto es irregular, tiene deformaciones y necrosis (Foto 13).

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Evitar parcelas próximas a hospederos del vector como ajo y cebolla.
- Desmalezado oportuno (las malezas son reservorio de los trips).
- Eliminar plantas enfermas del lote y de los alrededores para evitar fuentes de inóculo.
- Eliminar residuos de labores culturales y cosecha después de la práctica.
- Desinfectar las herramientas con jabón y agua de grifo.
- Lavarse las manos con agua y jabón.

Control químico de vectores

- Controlar los trips principalmente en las fases iniciales con los insecticidas Nurelle (Cipermetrina) en dosis de 10 cc/20 litros de agua o Karate (Lambdocyalotrina) en dosis de 20 cc/20 litros de agua.
- Se puede utilizar el BIOMAX producto ecológico en una dosis de 75 a 100 ml/20 L de agua.

VIRUS DEL MOSAICO DEL PEPINO (CMV)

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Debido a la gran variabilidad genética del virus, los síntomas pueden ser distintos.

La transmisión se realiza por pulgones de forma no persistente siendo los más frecuentes *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*. Los síntomas se presentan un mes después de la infección.



Foto 14. Estrechamiento de lámina ocasionada por CMV.

La pérdida en fases iniciales del cultivo puede alcanzar el 100%. Las pérdidas reportadas durante la producción oscilan entre el 30 y 60%.

En Bolivia este virus está ampliamente diseminado, pero su incidencia es baja (5%).

La manifestación clásica del CMV es un estrechamiento de la lámina foliar (Foto 14) hasta la desaparición de la misma quedando reducida la hoja a los nervios (filimorfismo). En plantas jóvenes aparecen pequeñas áreas amarillas localizadas entre las nervaduras secundarias de los folíolos, luego se necrosan y las hojas se enrollan hacia abajo. Sobre los pecíolos y los tallos aparecen estrías características.

La enfermedad progresa rápidamente hacia abajo y la planta muere en el plazo de dos a tres semanas desde los primeros síntomas.

Las plantas presentan tamaño reducido y las hojas pueden tener más folíolos con bordes erizados.

Los frutos son de tamaño reducido y no llegan a madurar. Estos manifiestan ennegrecimiento interno en las proximidades de la inserción del pecíolo y no pueden ser vendidas.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Eliminar plantas enfermas del lote y los alrededores para evitar fuentes de inóculo.
- Eliminar residuos de labores culturales inmediatamente después de la práctica.
- Desinfectar las herramientas sumergiéndolas en una solución de detergente.
- Lavarse las manos con agua y jabón.

Resistencia genética

- Usar híbridos resistentes.

Control químico de vectores.

- Controlar las poblaciones de pulgones con Karate (Lambdocyatrina) y dosis de 20cc/mochila la cual es una práctica clave en invernadero.
- Se puede utilizar el BIOMAX, producto ecológico en una dosis de 75 a 100 ml/20 L de agua.

VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (TMV)



Foto 15. Hojas pequeñas con mosaico severo y rugosidades.

EPIDEMIOLOGÍA Y SÍNTOMAS

Este virus ataca principalmente a las solanáceas. El riesgo de este virus es que se transmite por contacto y la concentración del virus es alta en la planta.

Cuando la infección por el virus se presenta desde los primeros estados de desarrollo del cultivo de tomate, las plantas afectadas manifiestan reducción en su crecimiento.

Si coincide con la floración se produce un aborto parcial o total de las flores. En ambientes de alta temperatura o controlados la planta enferma puede permanecer asintomática.

En tomate el virus se transmite a través de la semilla y mecánicamente por medio de la manipulación de las plantas enfermas en las labores de poda, deshoje, amarre y cosecha, y por el agua (absorción de las raíces) especialmente en cultivos sin suelo. Pueden ocurrir infecciones mixtas con otros virus ocasionando mayores pérdidas.

Las hojas son pequeñas, con un mosaico suave de áreas verde claro que contrastan con el verde oscuro de la lámina foliar. En ocasiones aparecen rugosidades y deformaciones (Foto 15).

En los frutos se manifiestan síntomas de anillos cloróticos y una maduración irregular. En ataques severos existe caída de flores y necrosis parcial de los folíolos.

El virus puede permanecer en las semillas (sobre el perispermo o en el endospermo, pero no en el embrión) en restos vegetales, suelo seco (hasta 2 años) y suelo húmedo (hasta 6 meses), manos y ropa de operarios, herramientas, cañas y estructuras de invernadero, y en otras plantas infectadas del cultivo, de cultivos vecinos, malezas y solanáceas.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Usar semilla sana (preferiblemente certificada).
- Tratar las semillas con una solución de fosfato trisódico (Na_3PO_4) al 10% por 15 minutos para inactivar el virus.
- No plantar tomate en áreas donde se haya presentado el problema.
- Desinfectar las herramientas sumergiéndolas en una solución de detergente (jabón).
- Eliminar residuos de labores culturales y cosecha después de la práctica.
- Lavarse las manos con agua y jabón.

Resistencia genética

- Usar cultivares resistentes.

INSECTOS DE MAYOR DANO AL CULTIVO DE TOMATE BAJO CUBIERTA

ÁFIDOS • PULGONES

(*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis* sp.)

BIOLOGÍA Y DAÑOS

Los pulgones o áfidos son pequeños insectos de unos 2 milímetros de largo, de cuerpo blando y colores variables como verde claro, verde oscuro, amarillento, morado cenizo con o sin alas y protuberancias en el abdomen. Viven en colonias, formando masas de poblaciones de insectos, principalmente en hojas y brotes con presencia de algunos adultos con alas.



Foto 1. Pulgones o áfidos presentes en el envés de hojas jóvenes.

Los áfidos se congregan en el envés de la hoja y en los brotes apicales, chupando ahí la savia de las plantas. El daño es más frecuente en hojas jóvenes del centro de la planta. Esta acción ocasiona la reducción de la calidad y cantidad de fruta y principalmente en forma indirecta, pueden transmitir virus a las plantas los cuales causan cuantiosas pérdidas económicas en el cultivo de tomate.

Si las poblaciones son altas la extracción de savia en grandes cantidades debilita la planta, además produce una mielecilla que es consumida por hormigas o permite el desarrollo del hongo conocido comúnmente como “fumagina”, causando el enrollamiento y arrugado de las hojas. Debido a su coloración negruzca se reduce la fotosíntesis.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

- Favorecer la ventilación y circulación del aire en los meses de mayor incidencia se recomienda utilizar una densidad de 0,50 cm entre plantas y 1.20 cm entre surcos para disminuir la humedad, la temperatura del ambiente y la formación de fumagina.
- Realizar monitoreo permanente para detectar la presencia anticipada de los estados ninfales y adultos.
- Mantener el terreno libre de malezas.
- Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.

- Uso de cultivos trampa y trampas amarillas en los alrededores del cultivo para detectar la presencia de áfidos (FAO, 2013).
- Uso de insecticidas sintéticos o biológicos se puede aplicar control químico selectivo con productos que no afecten a esta fauna benéfica. Puede intercalarse con los productos de síntesis eco y bioinsecticidas como ser: el Acaritop con una dosis de 500 cc o ml por una mochila de 20 litros, el Biomax con una dosis de 500 a 1000 cc / hectárea, y productos a base de hongos entomopatógenos como Beauveria e Isaria.
- Control químico controlar los áfidos en las fases iniciales con los insecticidas Nurelle (Cipermetrina) en dosis de 10 cc/20 litros de agua o Karate (Lambdacyhalothrin) en dosis de 20 cc/20 litros de agua.



Foto 2. Adulto y población de mosca blanca en el envés de la hoja.

MOSCA BLANCA

(*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*)

BIOLOGÍA Y DAÑOS

La mosca blanca es una especie polífaga y de amplia distribución es un insecto muy pequeño con alas blancas, su cuerpo es amarillo pálido y ojos rojos. Su ciclo de vida incluye una etapa de huevecillo, 4 estadios ninfales y el adulto. Al último estadio ninfal se le llama comúnmente "pupa". Los huevecillos puestos en el envés de las hojas son amarillos pálidos, poseen un pedicelo (pelo) que se inserta en la superficie de la hoja. El periodo de eclosión depende de la temperatura a 20 °C tarda 10 - 11.5 días y a 30 °C tarda 5-6 días. Tiene una alta tasa de

reproducción ya que durante su periodo de ovoposición pueden poner entre 48 a 394 huevecillos.

Los adultos y las ninfas (estados inmaduros) se alimentan de la savia de la planta. En las plantas infectadas las hojas se vuelven amarillentas se encrespan y caen. Cuando la población es alta se produce un líquido meloso donde se desarrolla la fumagina que es una cubierta de apariencia pulverulenta de color negro sobre la superficie de las hojas la cual disminuye la capacidad fotosintética.

El daño más importante está relacionado a su capacidad de transmitir virus que provocan disminución del rendimiento y frutos pequeños.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

- Realizar limpieza del campo y las zonas aledañas eliminando malezas y residuos de cosecha y cultivos muertos que son refugio permanente de este insecto.
- Uso de insecticidas sintéticos o biológicos
- Aplicar insecticidas que sean selectivos para los adultos y ninfas como el insecticida K-ñon (alpha-cypermethrin), Hook (Buprofezin) en dosis de 50 – 60 g/mochila de 20 litros, Imidap (Imidacloprid) en dosis de 10 – 12 cc /mochila de 20 litros
- Para evitar la resistencia del insecto, realizar aplicaciones alternadas de diferentes ingredientes activos. El control biológico corresponde a un entomopatógeno *Isaria fumosorosea* (antes *Paecilomyces fumosorosea*) el cual tiene un buen efecto supresor tanto de ninfas como de adultos sin embargo, se ve afectado por las aplicaciones normales de fungicidas.

TRIPS

Frankliniella occidentalis, *Frankliniella schultzei*, *Thrips tabaci*

BIOLOGÍA Y DAÑOS

Son insectos pequeños y alargados cuyo tamaño oscila entre los 0.8 y 1.4 mm siendo la hembra de mayor tamaño que el macho. Las larvas son amarillas mientras que los adultos varían de amarillo al marrón son muy móviles y se localizan las estructuras internas de los brotes y flores.

Los trips a lo largo de su desarrollo pasa por seis estadios: huevo, dos estadios de larva, prepupa, pupa y adulto.

Las hembras depositan los huevos en las hojas, pétalos de las flores y partes tiernas de los tallos, tras la eclosión de los huevos salen las larvas que se alimentan del tejido del envés de la hoja. Al final del segundo estadio la larva cae al suelo para pupar. En los estadios de prepupa y pupa no tienen alas y permanecen en el suelo sin alimentarse y sin moverse. A partir de estas pupas surgirán los adultos. Este ciclo se completa hasta en 13 días a una temperatura de 25 grados. Los adultos y ninfas succionan savia de las plantas luego de raspar los tejidos de hojas, flores y frutos. Las hojas y frutos del tomate se deforman presentando cicatrices irregulares de apariencia brillante, mate o plateada. Las plantas



Foto 3. Daño en hoja de tomate causado por Trips

pequeñas pueden ser destruidas en otros casos pueden retardar el crecimiento de los frutos. Los trips son responsables de la transmisión de diversos virus, como el TSWV (Virus del bronceado del tomate).

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

- Destruir residuos de cultivos del interior y de los alrededores del invernadero.
- El monitoreo de trips, ayuda a tomar decisiones oportunas de control.

Uso de enemigos naturales

- Usar los depredadores más importantes de esta plaga que son las crisopas y mariquitas. Estos insectos se pueden criar y liberar en los invernaderos con una frecuencia de 30 días. Evitar el uso de insecticidas puede incrementar la población natural de estos depredadores en los invernaderos.

Uso de insecticidas sintéticos o biológicos usando productos de síntesis selectivos con productos que no afecten a la fauna benéfica. Entre los ecos y bioinsecticidas pueden ser: el Acaritop con una dosis de 500 cc o ml por mochila de 20 litros, el Biomax con una dosis de 50 a 10 cc / por mochila de 20 litros y productos a base de hongos entomopatógenos como *Beauveria* e *Isaria*. Entre los insecticidas químicos se pueden usar Aceorid (Acetamiprid) a una dosis de 6 – 7 g/mochila de 20 litros, Advise (Imidacloprid) a una dosis de 35 cc/ mochila de 20 litros. Estas aplicaciones nos permiten controlar también áfidos y trips.

POLILLA DEL TOMATE

Tuta absoluta

IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN

La polilla del tomate es una especie polífaga y de amplia distribución debido a su alta capacidad de vuelo, considerada como una plaga primaria del cultivo del tomate de alta persistencia y sujeta a medidas de controles permanentes.

El adulto presenta una coloración grisácea con manchas negras en las alas anteriores llega a 10 mm de envergadura.



Foto 4. Adulto de la polilla del tomate.

La hembra ovoposita sobre la parte aérea de la planta especialmente en el anverso de las hojas de forma aislada, o en otros órganos de la planta. Una hembra pone entre 40-50 huevos durante su vida puede llegar hasta 260 huevos. El huevo es de forma ovalada y blanco amarillento a anaranjado, mide 0.4 mm de largo por 0,2 de diámetro.

La larva pasa por cuatro estadios larvarios llegando al final del último estadio con una longitud de 7,5 mm siendo de color verdoso con manchas rosadas. La pupa suele estar recubierta de un capullo blanco y sedoso, y se localiza en cualquier lugar de la planta y del suelo.

La especie necesita, según las temperaturas, de 29 a 38 días para completar su ciclo y presenta un número elevado de generaciones por año. Las bajas temperaturas son un factor limitante para su supervivencia.

Las larvas atacan los frutos, tallos, flores y el follaje, introduciéndose en el interior de estos órganos. El daño típico es de un minador en las hojas afectadas consume el mesófilo, por lo que posteriormente se marchitan. En ataques severos las hojas toman un aspecto de quemazón que se puede confundir con una enfermedad.

El periodo crítico de ataque corresponde al periodo de fructificación. En este periodo los frutos son dañados debajo del cáliz en el pedúnculo; luego provocan galerías afectando su calidad y favoreciendo el ingreso de patógenos. El ataque de esta plaga puede provocar caída de flores y frutos jóvenes.

Esta es una plaga clave en el cultivo de tomate que ha incrementado su población en los valles de Cochabamba, produciendo fuertes reducciones en la calidad de las cosechas de tomate.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Eliminar todo el material afectado así como los restos de la cosecha.
- Enterrado de frutos de tomate infestados con larvas de la polilla
- Monitorear la plaga utilizando trampas con feromonas sexuales en razón de 4 trampas con feromona por hectárea. Pudiendo usarse también para control (capturas masivas) aumentando el número de trampas entre 10 a 20 por hectárea.



Foto 5. Daño causado por larvas de la polilla del tomate.



Foto 6. Daño en hoja causado por la larva de la polilla del tomate.

- Mantener el lote libre de malezas
- Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.

Uso de insecticidas sintéticos y biológicos

Tener una estrategia de aplicación combinada ya sea de síntesis con eco y bio insecticidas como Biomax, hongos entomopatógenos y *Bacillus thuringensis*. Y productos sintéticos de acción de contacto y sistémicos como Fastac (Alphacypermethrin) a una dosis de 18 – 20 cc/mochila de 20 l. Sunfire (Clorfenapir) a una dosis de 80 a 100 cc/mochila de 20 l. Belt (Flubendiamide) a una dosis de 5 – 6 cc/mochila de 20 l. Engeo (Thiamethoxan+ Lambdacihalothrin) a una dosis de 20 – 30 cc/mochila de 20 litros, además de otros productos similares disponibles en el mercado local. Se debe evitar el uso repetido de productos del mismo ingrediente activo. Para el uso de insecticidas, debe considerarse el nivel de la población del insecto y el daño registrado.

Para tener un efecto positivo a nivel regional es importante la implementación de algunas prácticas de manejo de forma masiva y general, prácticas como el enterrado de frutos infestados por la polilla del tomate uso de trampas con feromonas.

PERFORADOR DEL FRUTO DEL TOMATE

Neoleocinodes elegantalis

BIOLOGÍA Y DAÑOS

El perforador del fruto del tomate es considerado como plaga primaria del cultivo de tomate debido a que ocasiona daño al fruto afectando la producción de esta hortaliza en Bolivia su distribución al momento no está generalizada, presentándose en algunas de las zonas productoras de tomate.

El adulto de esta plaga es una mariposa de tamaño pequeño, que mide aproximadamente entre 12 y 25 mm. de envergadura. Las alas son blancas y ligeramente transparentes. Las alas anteriores presentan 3 manchas irregulares de color ladrillo en el centro y una de color negruzco apicalmente. Las alas posteriores son adornadas con algunos puntos oscuros y las antenas son de color pardo-blanquecino.

Los huevos de este insecto recién colocados, son de color blanco cremoso y luego van tomando tonalidades más oscuras cuando están próximos a eclosionar. Tienen forma



Foto 7. Daño causado por el gusano perforador en el tomate

elíptica, aplanada con un tamaño de 0,5 mm de largo y 0,33 de ancho. Puede alcanzar un tamaño de 20 mm. La larva recién emergida tiene la cabeza de color castaño claro y, a medida que va creciendo, presenta una coloración amarilla y luego rosada en la parte dorsal. La pupa es de color verdoso al inicio, posteriormente se torna marrón caoba claro y finalmente es más oscura previo a la emergencia del adulto. Miden entre 10 a 16,1 mm.

El daño lo provoca desde frutos verdes de 3-5 cm de diámetro, el daño lo hace la larva luego de eclosionar ingresando al fruto realizando un pequeño orificio en un comienzo la larva se alimenta de las semillas tiernas y al ir creciendo de la pulpa dejando galerías dentro del fruto. Al salir el orificio es fácilmente perceptible por su tamaño y es puerta de entrada de bacterias y hongos que provocan la pudrición del fruto, el cual no es comercializable.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

Prácticas culturales

- Eliminar todo el material afectado así como los restos de la cosecha.
- Enterrado de frutos de tomate infestados con larvas de perforador del tomate
- Monitorear la plaga utilizando trampas con feromonas sexuales, en razón de 4 trampas con feromona por hectárea. Pudiendo usarse también para control (capturas masivas), aumentando el número de trampas entre 10 a 20 por hectárea.
- Realizar monitoreo semanal y observar con atención los síntomas de daños y la presencia de larvas en las hojas
- Mantener el lote libre de malezas
- Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.

Uso de insecticidas sintéticos y biológicos

Tener una estrategia de aplicación para el uso de insecticidas, y dependiendo del nivel de daño registrado combinar eco y bio insecticidas como Biomax, hongos entomopatógenos y *Bacillus thuringiensis* con insecticidas químicos de contacto con sistémicos, como Pyrinex (Clorpirifos) a una dosis de 80 – 120 cc/mochila de 20 litros, Actara (Thiamethoxan) a una dosis de 2 -3 g/mochila de 20 litros, Engeo (Thiamethoxan+ Lambdahalothrin) a una dosis de 20 -30 cc/mochila de 20 litros. Se debe evitar el uso repetido de productos del mismo ingrediente activo

Para tener un efecto positivo a nivel regional es importante la implementación de algunas prácticas de manejo de forma masiva y general prácticas como el enterrado de frutos infestados por la polilla del tomate, uso de trampas con feromonas

ÁCAROS DEL TOMATE

Ácaro rojo *Tetranychus urticae*

Ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*

Foto 8. Daño de ácaros en hojas del tomate.



BIOLOGÍA Y DAÑOS

Son artrópodos polípagos que se encuentran por todo el mundo. Tiene un ciclo de vida muy rápido y se ve favorecido por las altas temperaturas y una baja humedad relativa. Su ciclo biológico a 25 °C y 80% de humedad relativa dura aproximadamente 10-15 días. Superados los 40 °C se incrementa la mortalidad del ácaro, limitándose el desarrollo y multiplicación (estos dos procesos también son afectados por la humedad relativa), mientras que por debajo de los 12 °C se interrumpe el desarrollo entrando en diapausa.

Los primeros daños se manifiestan como punteos o manchas amarillentas en el haz de las hojas que forman para extraer la savia del envés de las hojas. En presencia de altas poblaciones del ácaro se produce desecación e incluso defoliación y los ataques son más graves en los primeros estadios fenológicos de la planta. El follaje infestado tiene aspecto blancuzco o bronceado y se torna pálido y seco. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso sobre el cual los ácaros se arrastran y se observan cubiertas de telarañas. Los daños directos los ocasionan al introducir el estilete en los tejidos y extraen los jugos celulares provocando deformaciones en los órganos. Las hojas se abomban y presentan nervios salientes de aspecto filiforme. Al principio del ataque presentan una coloración verde oscuro. La floración es reducida hay aborto de botones florales y los frutos se deforman. Cuando el daño es severo la planta no se desarrolla quedando pequeña y con apariencia raquítica, que puede causar muerte descendente de la planta.

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO

- Se debe ingresar primero a los terrenos menos afectados para realizar diferentes labores culturales (desbrote, deshoje, etc.) y terminar en los más atacados para evitar diseminar el acaro de terrenos infectados intensamente a terrenos libres o con bajo ataque ya que la ropa del operario de campo permite su dispersión.
- Evitar el stress hídrico de las plantas por falta de agua que frecuentemente acelera la infestación.
- Mantener el cultivo limpio de malezas, eliminar las malezas y el rastrojo al finalizar el cultivo.
- En caso necesario realizar aplicaciones de acaricidas como: Vertimec (Abamentin) a una dosis de 4 cc/mochila de 20 l. Oberon (Spiromesifen) a una dosis de 60 - 70 cc/mochila de 20 l. evitar el uso repetido de productos del mismo ingrediente activo.

ESTRATEGIA DE MANEJO DEL CULTIVO DE TOMATE CON BIOINSUMOS, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Debido a la alta incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate este sufre una alta aplicación de agroquímicos sintéticos en mezclas desde la siembra durante el desarrollo e incluso antes de la cosecha.

El excesivo uso de plaguicidas provoca una alta contaminación del ambiental, resistencia en plagas y enfermedades, pérdida de la biodiversidad, intoxicación de los productores y por ende se comercializa productos con residuos tóxicos que afectan a los consumidores.

Para revertir esta situación PROINPA ha desarrollado una estrategia de manejo del cultivo que incrementa la población de microorganismos benéficos haciendo que mejore el balance de la población microbiana, progresivamente se restituyan los suelos y sean mucho más productivos y sostenibles.

La estrategia de manejo de plagas y enfermedades de la Fundación PROINPA para invernadero considera el manejo del suelo, tratamiento de semilla y el uso de supresores de enfermedades, entomopatógenos, biofertilizantes y promotores de crecimiento.

La ventaja del uso de bioinsumos es que estos pueden ser utilizados en producción orgánica pero también se ajusta a una producción convencional en la que se reemplaza a los plaguicidas de contacto por los biológicos y además las aplicaciones son preventivas.

1. APLICACIÓN COMBINADA DE BIOINSUMOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS EN INVERNADERO

En tomate, los bioinsumos (biofungicidas, bioinsecticidas y biofertilizantes) en base a microorganismos benéficos se aplican desde la preparación del sustrato para las bandejas, tratamiento de semilla al transplante y por aspersión al follaje.

En términos prácticos se pueden aplicar solos o en combinación con otros productos químicos que se utilizan para el tratamiento de semilla y para aplicaciones foliares (fungicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.). Pruebas de laboratorio muestran la compatibilidad de los Bioinsumos con la mayoría de los productos químicos comerciales utilizados en el manejo del cultivo, excepto el Mancozeb.

En la aplicación combinada de los biofungicidas con fungicidas químicos ambos actúan según sus mecanismos de acción. Los primeros proveen un control en el corto plazo y los segundos a largo plazo durante todo el desarrollo del cultivo. El fungicida químico actúa en las primeras etapas de desarrollo de la planta mientras dure su efecto residual (15 a 30 días, dependiendo del producto) mientras que los microorganismos se van multiplicando y a medida que pasa el tiempo incrementan sus poblaciones.

Al ser microorganismos vivos que se multiplican constantemente protegen al cultivo durante todo el ciclo del cultivo

2. ESTRATEGIA DE MANEJO ORGÁNICO DEL TOMATE EN INVERNADERO

La estrategia integra el manejo de la fertilidad del suelo y el manejo de enfermedades y plagas. Es fundamental el manejo de las plantas desde las almáciguas al trasplante y durante el desarrollo del cultivo.

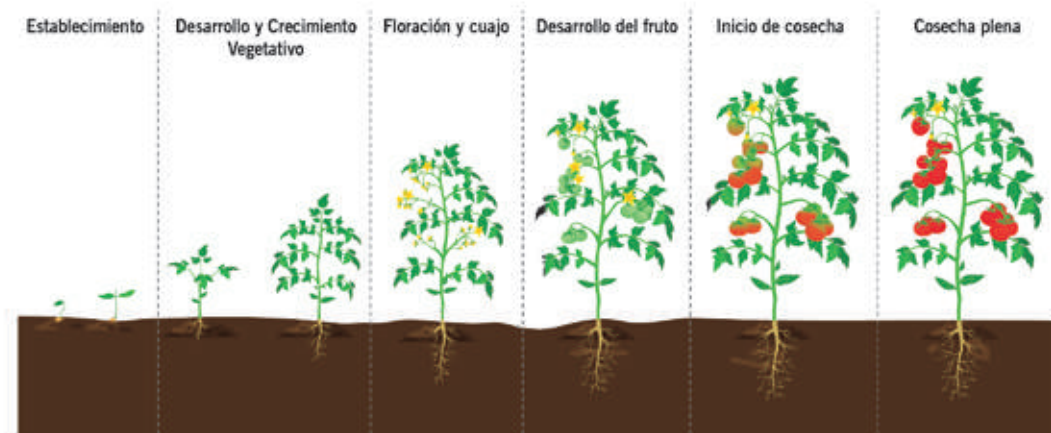
2.1. Preparación de almáciguas

La estrategia de manejo del cultivo de tomate se inicia con el tratamiento del sustrato, por un m³ de sustrato se debe colocar 500 g de TRICOBAL en polvo, esta aplicación se puede realizar al sustrato antes de colocar a las bandejas o se puede adicionar una semana antes. Primero se humedece el sustrato a capacidad de campo se adiciona el TRICOBAL y se lo cubre con plástico favoreciendo la multiplicación de los microorganismos benéficos debido a la temperatura y humedad.

Si la semilla no está tratada con fungicida químico se puede peletizar la semilla con TRICOBAL preparar en un recipiente una pasta no muy líquida. Pesar 200 g del TRICOBAL/ha esta dosis es para tratar la cantidad de semilla que se requiere por ha, para preparar la mezcla se puede utilizar Vigortop (100 ml) ó agua. La solución que se prepara no debe ser muy líquido inmediatamente se añade la semilla si no se cubre completamente se adiciona un poco de agua y se vuelve a remover, dejar secar en la sombra por unos 30 minutos y proceder a la siembra.



A continuación se describe la estrategia de manejo integrado de plagas y enfermedades con bioinsumos desde el trasplante (Figura 1)



Trasplante	Crecimiento vegetativo	Primera floración	Desarrollo del fruto	Inicio de cosecha	Plena cosecha
TRICOBAL	Bacterial Mix	Bacterial Mix	Fungicida	Bacterial Mix	Bacterial Mix
ENERGY TOP	Vigortop Plus	BIOMAX	Insecticida	BIOMAX	BIOMAX
	BIOMAX	Vigortop Plus	Vigortop Plus	Vigortop Plus	Vigortop Plus
	Feromona "Polilla"	Feromona "Polilla"	Feromona "Polilla"	Feromona "Polilla"	Feromona "Polilla"

2.2.- Al trasplante en las platabandas del invernadero.

Puede ser de dos maneras:

La primera por riego para 20 litros de agua se adiciona 100 ml de **Tricobal-L** más 100 ml de **Energy Top**. Una vez disuelto los productos se procede a regar las bandejas previo al trasplante o se puede sumergir la bandeja en la solución.

Si las plántulas están a raíz desnuda se prepara una solución espesa mezclando en un recipiente o bañador 1 kg o 0.5 litro de **Tricobal** con 2 litros de agua más 100 ml de **Energy Top**. Luego se introducen las raíces de las plántulas, permitiendo que el producto se adhiera al sistema radicular, y luego se procede al trasplante. Inmediatamente regar con una solución con **Vigortop Plus** (2 litros por 200 Litros de agua).

También se puede aplicar por el sistema de riego a las mismas dosis/ha.

2.3.- Durante el desarrollo del cultivo.

Realizar aplicaciones preventivas al follaje con los bioinsumos antes de la aparición de las enfermedades foliares (tizón tardío, tizón temprano, moho gris y/o bacteriosis) y plagas (polilla, trips, pulgones y mosca blanca) para activar el sistema de defensa de las plantas desde fases iniciales.

La primera aplicación foliar a los 15-20 días después del trasplante (ddt) mezclar un biofungicida más bioinsecticidas más ecofertilizante (**Bacterial Mix**, **Biomax**, algún producto basado en *Nomuraea* y **Vigortop**).

La segunda aplicación con un intervalo de 10 a 15 ddt (25-30 ddt) nuevamente aplicando en mezcla el biofungicida con los bioinsecticidas y el ecofertilizante (**Bacterial Mix**, **Biomax**

más algún producto basado en *Isaria* sp. y **Vigor Top**). Si se observa caída de polillas en las trampas con feromonas se recomienda utilizar un insecticida para eliminar a la plaga del invernadero.

La tercera aplicación que corresponde a la fase de fructificación para asegurar productos de calidad y sin residuos químicos se sugiere aplicar productos químicos de síntesis (fungicida, insecticida más ecofertilizante). Si en la anterior aplicación se utilizó un insecticida de síntesis se debería aplicar un bioinsecticida a menos que la población de polillas u otros insectos se hubiese elevado.

A partir de la cuarta aplicación se continúa con la aplicación de los Bioinsumos porque estamos en la fase de desarrollo de los frutos sólo se recomienda el uso de productos químicos cuando la presión de la plaga o la incidencia de las enfermedades se esté elevando.

Durante todo este período se debe realizar la suplementación de calcio y boro para mejorar el cuajado y prevenir la deficiencia de calcio en frutos.

El uso de la trampa con feromona es permanente es la herramienta que nos permite monitorear la población presente de la polilla. Se debe lecturas diarias y si el agua evaporase la reposición inmediata. Con el propósito de monitorear la presencia de otras plagas se

Cuadro 1. PRODUCTOS Y DOSIS DE APLICACIÓN:

Momento de Aplicación	Producto	Dosis	Forma de aplicación	Efecto
A transplante: En bandejas o tratamiento al plantín a raíz desnuda previo al transplante	Biofungicida: Tricobal (polvo) o Tricobal-L (líquido)	Para 20 litros de agua se adiciona 100 ml de Tricobal-L más 100 ml de Energy Top .	Aplicar por riego o sumergir las bandejas en esa solución.	Prevenir patógenos de suelo: damping off (<i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i>).
	Biofertilizante: Energy Top	En un recipiente colocar 1 kg de Tricobal (polvo) más 200 ml de Energy Top con 2 litros de agua, formando un líquido espeso.	Por inmersión a los plantines a raíz desnuda, el producto debe adherirse a las raíces, y luego se procede al transplante.	Activa la resistencia natural de la planta, promueve el crecimiento radicular y la asimilación de nutrientes.
Aplicación por el sistema de riego del invernadero.				Por ende incrementa el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

Momento de Aplicación	Producto	Dosis	Forma de aplicación	Efecto
Durante el desarrollo del cultivo	Bacterial Mix	200 ml/mochila de 20 litros de agua. 2 litros / 200 litros agua / ha	Aplicación foliar	Control de enfermedades foliares (mildiu, tizón, manchas foliares y otros) y previene también de bacteriosis. Activa la resistencia natural de la planta, actúa por competencia, antibiosis y lisis enzimática.
	Biomax	100 cc/mochila de 20 litros de agua. 1 litro / 200 litros agua / ha	Aplicación foliar	Control de insectos plagas: mosca blanca, polilla, trips, pulgones y otros.
	Utilizar producto en base a <i>Nomuraea</i>	10 g/mochila de 20 litros de agua. 100 g / 200 litros agua / ha	Aplicación foliar	Control de polilla
	Utilizar producto en base a <i>Isaria</i>	10 g/mochila de 20 litros de agua. 100 g / 200 litros agua / ha	Aplicación foliar	Control de mosca blanca
	Vigor Top	200 ml /20 litros de agua 2 litros / 200 litros agua / ha	Aplicación foliar	Mayor vigor y desarrollo foliar del cultivo. Ayuda a la planta en estreses bióticos y abióticos
	Fungicidas e insecticidas (Químicos)	De acuerdo a la dosis recomendada por el fabricante según la plaga o enfermedad.	Aplicación foliar	Control de diferentes enfermedades y o plagas (según lo que se utilice)

CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOINSUMOS (TRICOBAL-L, ENERGY TOP, BACTERIAL MIX, BIOMAX, VIGORTOP):

TRICOBAL, es un biofungicida que contiene cepas nativas de *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis*. Biofungicida con alta concentración de microorganismos benéficos y de larga residualidad para el control de patógenos de suelo. **Tricobal** suprime patógenos del suelo, en particular *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Sclerotinia* spp., *Macrophomina* spp., bacterias patógenas y otros. Activa la resistencia natural de la planta promueve el crecimiento de la planta e incrementa el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

ENERGY TOP, es un biofertilizante que está formulado en base a cuatro microorganismos, dos fijadores de N de vida libre, *Azospirillum brasilense* y *Paenibacillus polymyxa* que sobrevive condiciones adversas gracias a que puede formar una estructura de conservación llamada "endospora". Estos fijadores de N son combinados con dos solubilizadores de P: un hongo *Penicillium bilaii* y una bacteria *Bacillus pumilus*. Es frecuente que en muchos suelos exista un buen contenido de fósforo total pero el mismo no está soluble en el suelo, por tanto no es asimilado por la planta. Para ayudar a resolver este déficit es esencial que en el suelo se encuentren presentes poblaciones de microorganismos solubilizadores de P. Se debe destacar que *Penicillium* mediante su crecimiento micelial tiene gran capacidad de colonizar el suelo y que *B. pumilus* a su vez produce la hormona de crecimiento AIA (ácido indol acético).

BACTERIAL MIX, es un biofungicida-biobactericida para aplicación foliar es un consorcio bacteriano de seis especies de *Bacillus*: *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, *B. megaterium*, *B. licheniformis* y *B. laterosporus*. Es importante destacar que el género *Bacillus* forma endosporas cuando las condiciones no son favorables y estas le permiten soportar condiciones adversas (alta radiación, sequía, etc.). Esta característica representa una gran ventaja al formular un biofungicida y/o biobactericida puesto que las bacterias podrán esperar a tener las condiciones apropiadas para transformarse de célula durmiente en célula vegetativa y actuar contra los fitopatógenos. **Bacterial Mix** combina las funciones de las diferentes especies de *Bacillus* para obtener un producto biocontrolador de un amplio rango de patógenos foliares: tizón tardío, tizón temprano, moho gris, fumagina y otras manchas foliares. Adicionalmente, los *Bacillus* cumplen importantes funciones como promotoras de crecimiento y bioestimulantes de las plantas.

El género *Bacillus* actúa con los siguientes mecanismos de acción:

- **Acción directa:** las bacterias tienen actividad bactericida-fungicida causan perforación de las paredes del micelio y tubos germinativos de los hongos y previenen la germinación de las esporas. Sintetizan antibióticos y compuestos antimicrobianos (lipopéptidos LPs).

BIBLIOGRAFIA

1. Backman, P.A., Brannen, P.M., and Mahaffe, W.F. 1994. Plant response and disease control following seed inoculation with *Bacillus subtilis*. In: Improving plant productivity with Rhizosphere Bacteria, Ryder, M.H. et al. (eds.), CSIRO Division of Soils, Glen Osmond.
2. Bochow, H., El-Sayed, S.F., Junge, H., Stavropoulou, A. and Schmiedeknecht, G. 2001. Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. IV. Salt-stress tolerance induction by *Bacillus subtilis* FZB24 seed treatment in tropical vegetable field crops, and its mode of action. Journal of Plant Diseases and Protection 108: 21-30.
3. Dion, P. 2009. Microbiología de organismos benéficos para la agricultura. Universidad. Canada.
4. Fernandez-Northcote. E.N., Navia, O., y Gandarillas, A. 2000. Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia. Fitopatología 35 (3): 137-149.
5. Jimenez Diaz, R. 2003. El papel que juega la Fitopatología en la agricultura sostenible. Fitopatología 38 (2): 62- 73.
6. Katz, E.; and Demain, A.L. 1977. The peptide antibiotics of *Bacillus*: chemistry, biogenesis, and possible functions. Bacteriol Rev 41: 449 – 474.
7. Kessmann, H., M. Oostendorp, and T. Saub. 1996. Bion 50 WG: modo de acción de un nuevo activador de plantas. Ciba-Geigy Limitada, 4002 . Basel, Suiza.
8. López, M.; Peñalver, R. 2009. Control biológico de bacterias fitopatógenas. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Valencia, España.
9. Navia, O. y E.N. Fernandez - Northcote. 1996. Estrategias de control químico del tizón. Ficha Técnica 2/96 Fitopatología. Programa de Investigación de la papa - PROINPA (IBTA_CIP_COSUDE). Cochabamba - Bolivia.
10. Riveros, A. E. 2010. Inducción de resistencia en plantas. Interacción planta – patógeno. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José, Costa Rica. 238 p.
11. Smith, K.P., Handelsman, J. and Goodman, R.M. 1999. Genetic basis in plants for interaction with disease-suppressive bacteria. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96, 4786-4790.
- Sutton, J.C. 2005. Present and future perspectives of biological disease control in crops. En: Libro de resúmenes XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología - III taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Córdoba, Argentina. Abril 19-22, 2005. p. 11-14.
- Crespo, Hinojosa, ... Guía de prod. de tomate en invernadero. PREDUZA

ANEXO 1. Materiales utilizados para la construcción
invernadero de 576 m² (19,2 m de ancho x 30 m de largo)

Materiales	Cantidad
Vigas de 2 x 3 x 3,0 m	52 u
Vigas de 2 x 3 x 4,0 m	78 u
Vigas de 2 x 3 x 3,5 m	33 u
Vigas de 2 x 3 x 6,5 m	60 u
Vigas de 2 x 3 x 4,5 m	14 u
Tablas de madera (para listones)	130 pie ²
Agrofilm (4 m x 60 m de 200 micrones)	3,5 piezas
Arandelas gruesas 5/16	3,5 kg
Arandelas gruesas 3/8	4 kg
Pernos C/tuerca hex UNC 5/16 x 2" 1/2	2,5 kg
Pernos C/tuerca hex UNC 5/16 x 3"	2 kg
Pernos C/tuerca hex UNC 3/8x 7"	3,5 kg
Perno carrosero C/tuerca hex 5/16 x 6"	8,5 kg
Perno carrosero C/tuerca hex 5/16 x 5"	11,5 kg
Alambre galvanizado # 10	30 kg
Anclaje de fierro	6u
Pintura anticorrosiva	1 L
Arena boleado	4 m ³
Piedra	4 m ³
Anguares 1" 1/4 x 1/8	10 u
Cemento	8 bolsas
Goma de amarre	50 m
Clavos 2"	15 kg
Clavos 1" 1/2	2 kg
Malla semisombra de 50%	250 m ²

Esta es una producción de la Institución Pública Desconcentrada "Soberanía Alimentaria"
Zona Central, Av. Camacho entre calles Colon y Loayza N° 1333
Telf.: (591-2) 2914631 – 2914632 – 2914633 – 2914703 – 2914704 – 2914705 Fax: (591-2) 2113396
www.soberaniaalimentaria.gob.bo
La Paz – Bolivia

© Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos - PROINPA
Av. Meneces Km 4, Zona El Paso
Telf.: (591 - 4) 4319595 Fax: (591 - 4) 4319600
e-mail: proinpa@proinpa.org www.proinpa.org

2022 Guía para Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero
1ra. edición
Quedan reservados todos los derechos
de propiedad de intelectual bajo registro

Depósito Legal 2-1-457-11
ISBN 978-99954-743-4-8

Autores:

Giovanna Plata
Oscar Berea
Rubén Luján
Luis Crespo
Rolando Oros
Mario Crespo

Comité revisor

IPDSA

Revisión - Edición

Gustavo Saravia L.
Carla Tola Quispe

Con el apoyo de Mercados Inclusivos, un proyecto de:

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza

Cooperación Suiza en Bolivia

 Suecia
Sverige

 swisscontact

 Fundación
PROINPA



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA