

MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DE TOMATE EN INVERNADERO

Alicia Bruna Vásquez, Ing. Agrónomo M.Sc.
abruna@platina.inia.cl

Introducción

Existen varios factores que favorecen en gran medida el desarrollo de las enfermedades en cultivos realizados bajo cubiertas protectoras:

- El medio ambiente modificado, que se caracteriza por condiciones de temperatura, humedad relativa, fertilización elevadas, ausencia de viento, propician el crecimiento y multiplicación de patógenos.
- El sistema de monocultivo o de cultivos sucesivos semejantes, que son sensibles a los mismos microorganismos patógenos, agrava los problemas fitosanitarios
- Las técnicas de cultivos como poda, deshoje, guiado, cosecha, que provocan heridas en las plantas, son una puerta de entrada para los agentes causales de enfermedad.

Frente a esta situación de riesgo, existen una serie de medidas de Manejo Integrado de Enfermedades que se enumeran a continuación.

Estrategias de manejo integrado de enfermedades

Eliminación del inóculo.

Una de las principales estrategias de control de enfermedades en un invernadero consiste en la erradicación de los focos de infección. El monocultivo contribuye a aumentar las poblaciones de patógenos, las que deben ser eliminadas periódicamente mediante:

1.- Esterilización del suelo o sustrato.

- a) Vaporización
- b) Fumigación
- c) Solarización

La pasteurización del suelo o sustrato a 70° tiene la ventaja de que elimina patógenos sin provocar un vacío biológico, es decir, la microflora saprófita permanece, lo que contribuye a ejercer un control biológico sobre los patógenos residuales o que recontaminan el suelo. Asimismo, a estas temperaturas no existe el problema de que se produzca un exceso de manganeso, nitritos y amonio, que causen toxicidad a los cultivos.

2.- Desinfección del agua y solución hidropónica.

El agua de riego puede ser un vehículo de contaminación de hongos, tales como *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp., de bacterias como *Erwinia* spp. y de virus como mosaico del tomate.

La inactivación de estos patógenos se puede realizar mediante:

- a) Hipoclorito de sodio (1-5 ppm)
- b) Ozono
- c) Radiación ultravioleta

3.- Uso de material vegetal libre de enfermedades.

En este caso, se ha observado que las semillas, esquejes o trasplantes pueden ser foco de infección de patógenos, por lo que es recomendable obtener material sano o que ha sido liberado de ellos, a través de cultivo de tejidos, termoterapia, quimioterapia, etc.

4.- Uso de pesticidas.

Manejo del ambiente

Una vez que se ha detectado un foco inicial de una enfermedad, es necesario saber las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo y multiplicación, de modo de limitar o disminuir la producción de inóculo.

Una vez conocidas estas condiciones que predisponen al desarrollo de la enfermedad, se pueden regular; es así que la manipulación de los siguientes factores es de gran importancia:

- a) Temperatura
- b) Humedad relativa
- c) Horas de follaje mojado o agua libre
- d) Luz

Uso de variedades resistentes.

El uso de la resistencia genética es el mejor método de control de una enfermedad y debe preferirse a cualquier otro método. Sin embargo, no se ha encontrado resistencia genética para importantes enfermedades como la "pudrición gris" causada por *Botrytis cinerea*, o bien en otros casos existen patógenos con gran número de razas patogénicas, como es el caso de "cladosporiosis" o "moho foliar", causado por *Fulvia fulva* (*Cladosporium fulvum*), en el que las variedades resistentes lo son a algunas razas, pero no a todas.

Control biológico.

Se refiere a la reducción en la cantidad de inóculo de un patógeno causado por uno o más organismos, a excepción de los seres humanos.

En relación a las enfermedades, existen algunos hongos y bacterias que han dado buenos resultados en el control de algunas enfermedades como la "pudrición gris", como es el caso de *Trichoderma spp.* y de *Bacillus subtilis*, los que han sido formulados y comercializados para su uso agrícola.

Principales enfermedades que afectan los tomates de invernadero

I.- Enfermedades causadas por hongos

Pudrición gris , Tizón de la flor, Botritis

Agente causal: *Botrytis cinerea*.

La pudrición gris es una de las enfermedades aéreas más importantes en tomates cultivados en invernaderos. Esta enfermedad se desarrolla óptimamente en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas ambientales entre 20 y 25 °C, siendo el primer factor el más limitante para la infección. Las heridas provocadas por insectos, otros patógenos o por labores culturales son una fuente de entrada para la enfermedad. En años lluviosos también afecta a tomates cultivados al aire libre, comenzando desde el período de almácigo.

Las pérdidas en postcosecha son también importantes y se ocasionan por frutos almacenados con infección latente que, en condiciones de incubación con una alta humedad relativa, producen contaminación de los frutos sanos que están en contacto con aquéllos.

La sintomatología de la enfermedad varía según el órgano de la planta afectado. Aunque los daños importantes se presentan en el estado adulto, el hongo puede causar enfermedades en plántulas en los semilleros o inmediatamente después del trasplante. La pudrición blanda puede afectar a hojas, tallo y frutos. Los tallos quedan anillados por la invasión progresiva del hongo o por infecciones en cicatrices de poda mal realizada, originándose entonces lesiones elípticas de hasta 10 cm de diámetro, que producen el marchitamiento de la planta por encima de este punto. Donde esto ocurre el patógeno puede tener éxito en colonizar el tejido vascular y distribuirse sistemáticamente en la planta.

En las hojas se desarrollan lesiones necróticas en forma de V, desde los márgenes hacia el interior de la lámina. Se cubren del típico moho grisáceo del hongo, posteriormente se marchitan y mueren.

La pudrición de frutos comienza con una invasión primaria del cáliz o pistilo, que progresa durante el desarrollo del fruto. Además, a través de grietas o picaduras de insectos, los frutos pueden ser atacados, dando lugar a una podredumbre que progresa rápidamente, originando un área con un margen definido y de color verde-grisáceo, y con abundante micelio y conidias del hongo de color gris, hasta que todo el fruto queda afectado. En condiciones de alta humedad prolongada se produce necrosis de flores y una cuaja deficiente.

El hongo sobrevive en el suelo en forma de esclerocios (estructuras de resistencia ante condiciones ambientales adversas) o asociado a restos de tejidos enfermos de tomate u otros cultivos o malezas.

Se disemina a través del viento el que transporta las conidias producidas sobre tejidos senescentes, restos orgánicos o sobre los esclerocios formados en residuos de cosecha.

Control integrado

Se recomiendan las siguientes prácticas:

- Remoción de hojas basales para permitir el paso de aire.
- Evitar la presencia de agua libre sobre las plantas.
- Eliminar periódicamente las hojas y flores secas de las plantas, que sirven de sustrato para la multiplicación del hongo.
- Eliminar aquellas partes de la planta infectada y con el hongo visible (polvillo gris). Quemarlas o enterrarlas para evitar su diseminación a plantas sanas.
- Evitar un exceso de fertilización nitrogenada, que lleva a un excesivo crecimiento vegetativo, lo cual a su vez, produce un microclima apto para la infección.
- Tratamiento con fungicidas al follaje en forma preventiva y periódica, especialmente en períodos de plena floración a cosecha.

Fungicidas para el control de *Botrytis cinerea* en tomates

Producto Comercial	Ingrediente Activo	Dosis (Producto comercial)
Bravo 720 FW	clorotalonil	1,5 - 3,2 l/há
Hortyl 50 F	clorotalonil	2,5 - 3,5 l/há
Euparen 50% WP	dichlofluanid	200 - 250 gr/100 l. de agua
Captan 80 WP	captan	2 kg/há
Benlate	benomilo	Benlate 0,5-1 kg/ha + Manzate 200 1-3 k/há.
Polyben 50 WP	benomilo	0,5 - 1 kg/ha
Bavistin Flo	carbendazima	0,5 - 1 lt/ha
Rovral 4 Flo	iprodione	1- 2 kg/ha
Sumisclex 50% WP	procymidone	75 g/100 l de agua
Folicur 250 EW	tebuconazole	75 - 100 cc/100 lt
Trichodex 25% WP	<i>Trichoderma harzianum</i>	2,0 - 4,0 kg/ha
Folpan 500 WP	folpet	200 - 300 gr/100 lt 2 - 3,5 kg/ha
Scala 40 SC	pyrimetanil	1,75 lt/ha
Switch 62,5 WG	cyprodinil+fludioxonil	0,8 - 1 kg/ha

Se recomienda evitar aplicaciones repetidas de fungicidas benzimidazoles y dicarboximidas, ya que el hongo adquiere resistencia a estos productos.

Cladosporiosis, Moho foliar, Mildiu

Agente causal: *Fulvia fulva* (*Cladosporium fulvum*)

Se caracteriza por la aparición de manchas amarillas en el haz de los folíolos, las que se corresponden con la aparición de un moho gris café aterciopelado en el envés. Las hojas más afectadas son las más antiguas, ya que son las menos aireadas y las que reciben menos luz. Solo en ataques fuertes se dañan las hojas nuevas. Este hongo no ataca los frutos, pero en ataques severos, gran parte de la superficie foliar no logra

realizar la función de fotosíntesis, por lo que se produce una disminución fuerte de los rendimientos y de la calidad de los frutos.

Las condiciones que favorecen la enfermedad son humedad relativa sobre 85% y temperaturas entre 18- 25 °C.

Sobrevive en restos de plantas enfermas y en las estructuras de los invernaderos. Se disemina por el viento, agua de lluvia, riego, insectos, herramientas de trabajo, etc.

Existen numerosas razas de este patógeno, las que se clasifican en 5 grupos, los que reciben los nombres de A,B,C,D y E. Las variedades resistentes de tomate generalmente son resistentes a algunos grupos de razas pero no a todas.

Control integrado

- Eliminar residuos del cultivo infectado.
- Uso de semillas sanas y desinfectadas.
- Eliminar hojas infectadas, favoreciendo la ventilación.
- Ventilar el invernadero, bajando la humedad relativa.
- Desinfección de las estructuras del invernadero con formalina (2%), con hipoclorito de sodio (5% solución comercial), con amonio cuaternario.
- Usar cultivares resistentes.
- Tratamientos fungicidas al follaje o vía riego con:
 - Benlate, Polyben (benomilo), 0,5 - 1,0 kg / há + Mancozeb (mancozeb) 2,0 kg / há.
 - Bravo 720, Hortyl 50 F (clorotalonil), 2,5-3,5 l/ha
 - Rubigan 12% EC (fenarimol), 250-400 cc/ha
 - Horizon, Folicur 250 EW (tebuconazole), 50-70cc / 100 litros de agua.
 - Score 250 EC (difenoconazole), 30cc / 100 litros de agua
 - Matador 375 EC (tebuconazole + triadimenol) 50-70cc / 100 litros de agua.
 - Saprool 190 EC (triforina), 1,5 l/ha.

Raíz corchosa, Corky root

Agente causal: *Pyrenochaeta lycopersici*.

El primer síntoma visible es la amarillez progresiva de la planta sin que se observe ningún otro daño en la parte aérea. Los síntomas más típicos se aprecian en las raíces, caracterizados por lesiones café necróticas, las que posteriormente se van hinchando, se requebrajan y toman un aspecto corchoso. Estas lesiones provocan la destrucción parcial del sistema radicular. Como consecuencia de ello, se produce un menor vigor de las plantas, disminución de crecimiento y baja productividad. Posteriormente el

cultivo presenta marchitez progresiva, especialmente en los momentos de máximo calor.

Se han realizado numerosos estudios sobre el complejo fúngico asociado a la raíz corchosa, determinándose que existe una estrecha interacción entre *P. lycopersici* y *Fusarium oxysporum*; es así que la invasión primaria de *F.oxysporum* limita la posterior invasión por *P. lycopersici*, en cambio, la invasión primaria de este último potencia el colonialismo posterior de *Fusarium*.

Durante la época de formación de los primeros racimos es notorio el decaimiento de las plantas.

Las condiciones favorables de temperaturas para el desarrollo de la raíz corchosa son entre 15 - 20 °C (razas frías), y 26-30 °C (razas mediterráneas).y suelos húmedos.

Sobrevive en el suelo por varios años (microesclerocios), en raíces de tomate u otros hospederos como melones, pimientos y berenjenas.

Se disemina por el riego, labores de cultivo y por almácigos infectados.

Control integrado:

- Eliminación de raíces enfermas del cultivo anterior
- Evitar excesos de agua mediante un buen manejo del riego.
- Uso de porta injertos resistentes (KNVF.hires).
- Desinfección de suelo con bromuro de metilo, cloropicrina, dazomet, metam - sodio, vapor, solarización.
- Control biológico con *Trichoderma spp.*

II.- Enfermedades causadas por bacterias

Cancro bacteriano

Agente causal: *Clavibacter michiganensis subsp michiganensis*.

El primer síntoma, y a la vez el más característico, consiste en la marchitez de los foliolos, que ocurre en todos los estados de desarrollo vegetativo del cultivo. Es frecuente que los foliolos se afecten unilateralmente, vale decir, que solo un lado de la hoja presenta la enfermedad y el opuesto permanece sano.

Otro síntoma característico se manifiesta en las hojas inferiores, cuyos bordes se secan, curvándose hacia arriba. Posteriormente, las hojas se secan pero los pecíolos permanecen adheridos al tallo.

Un tercer síntoma se presenta en las ramas, tallos y pecíolos en forma de estrías de color amarillo o marrón claro. Las estrías pueden más tarde agrietarse y formar un cancro, lo que le da el nombre común a la enfermedad. Internamente se produce una necrosis del tejido vascular, visible al efectuar un corte longitudinal o transversal de los tallos o de la base de los pecíolos.

Las temperaturas para que se desarrolle la enfermedad varían entre 16 y 36 °C, siendo las óptimas de 24 a 28 °C, lo que coincide con la temperatura más adecuada para el desarrollo del cultivo de tomate. Otras condiciones que favorecen el desarrollo del cancro bacteriano son alta humedad ambiental y una óptima fertilización del cultivo.

Las semillas son portadoras de la bacteria tanto externa como internamente y constituyen el foco primario de infección. De allí, el patógeno penetra a la planta a través de los estomas o bien por heridas producidas durante la remoción de brotes axilares. Las plantas procedentes de semillas infectadas suelen empezar a mostrar los síntomas durante la floración y normalmente mueren antes de alcanzar la madurez.

La bacteria se propaga fácilmente por salpicaduras de agua en riegos por aspersión o lluvia; también puede ser diseminada mecánicamente en las labores de cultivo. El patógeno puede sobrevivir durante varios años en el suelo, restos de plantas infectadas y sobre objetos contaminados.

Control Integrado

- Uso de semilla sana, libre de la enfermedad.
- Desinfección del suelo de los almácigos con bromuro de metilo, cloropicrina o vapor de agua.
- Inmersión de las raíces antes del transplante en una solución desinfectante con antibióticos.
- No repetir el cultivo sobre el mismo terreno. Se recomienda una rotación de al menos 3 años.
- Erradicación de malezas solanáceas hospederas como: *Solanum nigrum* (tomatillo).
- Eliminación de plantas de tomates enfermos para evitar su diseminación.
- Desinfección de cuchillos y manos durante el desbrote, poda y deshoje, con algún desinfectante a base de yodo.
- Tratamiento al follaje con productos químicos :

StreptoPlus (sulfato de estreptomicina + clorhidrato de oxitetraciclina),60-120g/hl.
agua.

Agry-Gent Plus 5000(sulfato de gentamicina+clorhidrato de oxitetraciclina)100-120g /hl

Cobre Nordox Super 75 1-2 k/há.

Cuprudul WG 1-2 k/há.

Cobre Novartis (óxido cuproso) 1-2 k/há.

Necrosis medular, Médula negra

Agente causal: *Pseudomonas corrugata*

Esta enfermedad aparece especialmente en plantas muy vigorosas, con tallos muy gruesos y abundante follaje, observándose antes de la cosecha, cuando el primer racimo está desarrollado.

Los síntomas iniciales corresponden a clorosis de las hojas jóvenes y a marchitez de la planta, se produce una detención del crecimiento y aparecen lesiones café necróticas en la base de los tallos. El síntoma más característico se observa cuando se hace un corte longitudinal del tallo principal, manifestándose un oscurecimiento o necrosis de la médula de la planta. A veces la médula está totalmente ahuecada, la necrosis medular se extiende hacia la parte superior de la planta desde la base. Se observa una gran cantidad de raíces adventicias asociadas a la parte del tallo que presenta necrosis de la médula.

No produce síntomas en raíces y frutos. En raras ocasiones las plantas enfermas mueren, generalmente se recuperan y prosiguen su desarrollo.

La enfermedad se ve favorecida por condiciones de exceso de humedad y de nitrógeno, la bacteria sobrevive en el suelo y/o en el agua.

Control integrado

- Evitar exceso de humedad en el cultivo
- Controlar la fertilización nitrogenada
- Eliminar las plantas enfermas apenas se detecten.

III.- Enfermedades causadas por virus

Virus del Bronceado del tomate (Tomato spotted wilt virus = TSWV).

Este virus es uno de los más polífagos, afectando a más de 280 especies, incluyendo tomate, pimiento, papa, berenjena, arveja, lechuga, piña, plantas ornamentales, flores y algunos frutales (solanáceas y compuestas son las familias con el mayor número de especies sensibles).

Es llamado también “marchitez manchada” o “manchas bronceadas del tomate” y es transmitido en forma natural por adultos de *Thrips tabaci*, *Frankliniella fusca* y *Frankliniella occidentalis*, que durante su estado larvario se han alimentado sobre plantas enfermas. Con respecto a la transmisión por semilla, existe controversia entre diferentes autores.

Los síntomas producidos por TSWV sobre tomate son variables y dependen de la edad de la planta en el momento de la infección, de las condiciones ambientales y de la cepa del virus. En todos los casos las infecciones tempranas son más graves y sus consecuencias son enanismo y producción nula o escasa; a veces las plantas jóvenes mueren.

Generalmente los síntomas empiezan por una detención del crecimiento apical y un enrollamiento hacia abajo de las hojas desarrolladas. Las hojas jóvenes presentan un color amarillo y manchas marrón oscuro, normalmente más numerosas en la base de los folíolos, siendo visibles primero sobre el haz y luego por el envés. Las zonas afectadas van creciendo y a veces los folíolos aparecen completamente marrones; las zonas apicales pueden aparecer marchitas.

Si la infección tiene lugar antes de la floración, no se produce ningún fruto. Si los frutos ya están formados, la infección causa reducción de tamaño, así como áreas circulares o anillos concéntricos en relieve que hacen no comercializables a los frutos. En frutos maduros es frecuente observar defectos de coloración en forma de manchas amarillas sobre el fondo rojo.

Control integrado

- Control químico de los trips con insecticidas tan pronto como aparezcan.
- Resistencia varietal: existen cultivares de tomate resistentes como Hawaii N 65 y Pearl Harbour.
- Eliminación de las plantas afectadas y limpieza rápida de las parcelas una vez terminada la cosecha.

- Eliminación de las malezas cercanas al cultivo, ya que actúan como reservorios del virus y de los vectores, como por ejemplo, *Nicotiana tabacum* (tabaco).

Virus del Mosaico del pepino (Cucumber Mosaic Virus = CuMV)

El CuMV es uno de los virus de distribución más amplia en el mundo, especialmente en las zonas templadas, siendo las Crucíferas, Solanáceas, Compuestas, Papilionáceas y Cucurbitáceas las principales familias afectadas, siendo capaz de infectar más de 1.000 especies cultivadas.

Debido a la gran variabilidad genética del virus, consecuencia de la composición de su genoma, los síntomas producidos por diferentes cepas del virus pueden ser variados. En tomate, el CuMV produce dos tipos de síntomas : a) mosaicos y reducción de la lámina foliar, reducción que puede ser moderada, como “hoja de helecho” o bien extrema como “cordón de zapatos”, en que la lámina queda reducida prácticamente a un hilo o cordón. b) áreas necróticas en hojas, pecíolos y tallos, pudiendo causar la muerte de la planta. Este síndrome está asociado a la presencia de un RNA satélite específico.

Su forma de transmisión natural es por áfidos, según el modo no-persistente, es decir, el insecto adquiere y transmite muy rápidamente el virus al alimentarse de una planta enferma y luego pasar a una sana. Además, este virus puede ser transmitido por la semilla de algunas especies (*Stellaria media* y *Phaseolus vulgaris*), pero no se ha encontrado transmisión por las semillas de las especies Solanáceas (tomate, pimiento, tabaco y berenjena) ni Cucurbitáceas (melón, pepino, calabaza y sandía) cultivadas.

Control integrado

- La eliminación de las malezas cercanas al cultivo puede reducir la presión del virus.
- No existen cultivares de tomate tolerantes o resistentes a este virus.
- Aplicaciones de aceites minerales para control de áfidos se ha usado con buenos resultados.
- El uso de cultivos barreras, de gran altura, tales como maíz o maravilla, alrededor de las plantas del tomate, impide que una gran proporción de los áfidos penetren al cultivo.

Virus del Mosaico de la Alfalfa (Alfalfa Mosaic Virus = AMV)

Este virus tiene una distribución geográfica mundial y una gama muy amplia de plantas hospederos, tanto cultivadas como silvestres, tales como papa, apio, lechuga, poroto, arveja, alfalfa, trébol rosado y blanco. En algunos hospederos herbáceos y leñosos el virus se puede encontrar sin producir síntomas, lo que constituye una fuente importante de infección para cultivos de tomate.

Los síntomas producidos por el AMV sobre tomate dependen de la cepa del virus, de la variedad, del estado de desarrollo de la planta y de las condiciones ambientales. Los síntomas foliares temprano consisten en una amarillez y bronceado de los ápices y necrosis de las nervaduras. En estado avanzado de la enfermedad, las plantas detienen su crecimiento y los folíolos se curvan hacia abajo. En algunos casos se observa una descoloración café-rojiza al interior del tallo principal, cerca de la línea del suelo.

Normalmente se presentan síntomas en frutos, cuya severidad depende de la edad a la que la planta es infectada y consiste en grados variables de manchas necróticas, externas o internas y deformaciones.

Su forma de transmisión natural es por áfidos según el modo no-persistente, al igual que el virus del mosaico del pepino. También es transmisible a través de la semilla de algunas especies hospederas, entre ellas alfalfa y de variedades de pimiento.

Control integrado

- Es posible reducir o evitar la infección por AMV no situando el cultivo de tomate cerca de una pradera de alfalfa.
- No existen cultivares de tomate tolerantes o resistentes al AMV.
- Las mismas medidas de control para los áfidos dados para el mosaico del pepino se pueden utilizar.