

Estrategias para Control de Enfermedades en Tomate

(San Quintín, B. Cfa. México)



Sobre esta Publicación

El propósito de esta publicación es resumir estrategias de control de enfermedades para el crecimiento sano de tomates para el mercado fresco en el área de San Quintín. Basados en nuestra experiencia de observaciones del campo, revisión de literatura y análisis de laboratorio a muestras, es que hemos preparado algunas sugerencias que tienen sentido y pueden ser útiles para su toma de decisiones en el control de enfermedades.

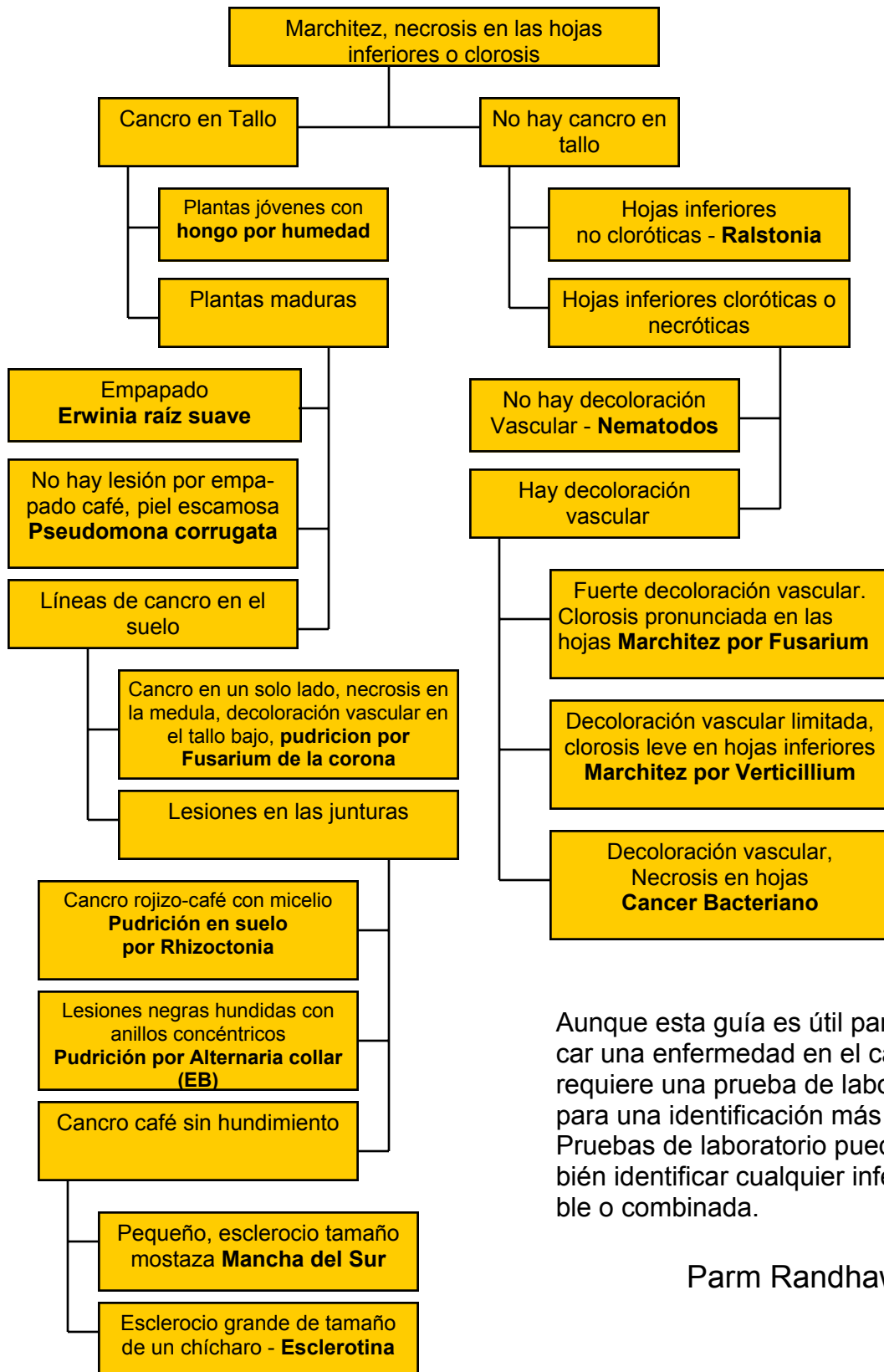


"Ningún ave vuela tan alto si se eleva con sus propias alas." -
William Blake



California Seed & Plant Lab, Inc.
7877 Pleasant Grove Rd
Elverta CA 95626
(916) 655-1581
inquiry@calspl.com, www.calspl.com

Hágalo Usted Mismo Diagnóstico de Enfermedades de Raíz y Tallo



Aunque esta guía es útil para identificar una enfermedad en el campo, se requiere una prueba de laboratorio para una identificación más acertada. Pruebas de laboratorio pueden también identificar cualquier infección doble o combinada.

Parm Randhawa, Ph.D.

Marchitez por *Verticillium*

Diagnosis

Plantas enfermas que muestran amarillamiento en las hojas inferiores y decoloración vascular. La enfermedad es más severa en la etapa de producción. Algunos agricultores pueden observar decoloración vascular en el tallo bajo y hacer un diagnóstico razonable. Sin embargo, un análisis de laboratorio debe ser solicitado ya que *cancro* bacteriano y *Fusarium* pueden causar una decoloración vascular similar. En nuestra experiencia, como un 30% de muestras colectadas del campo con sospechas de *Verticillium* han mostrado presencia de *cancro* bacteriano y/o *Fusarium*. En general, si *Verticillium* es aislado del tejido, es probable que sea patógeno. Sin embargo, debe ser diagnosticado al nivel de especie ya que pueden existir otras menos importantes que *Verticillium*. Análisis de laboratorio están disponibles para distinguir fácilmente las especies.

Verticillium dahliae (muy importante)
Verticillium albo-atrum (menos importante)
Verticillium tricorpus (no es importante)

Evaluación de riesgos

Verticillium produce micro esclerocio en las plantas del tomate. Este micro esclerocio se incorpora al suelo cuando el cultivo se ha terminado. El micro esclerocio sobrevive en el suelo por muchos años. El número de micro esclerocio en el suelo ha sido relacionado a la cantidad de enfermedad que se desarrollará en el cultivo. Enseguida se lista una guía generalizada:

Riesgo bajo = 0-5 micro esclerocios
Riesgo medio = 6-12 micro esclerocios
Riesgo Alto = > 12 micro esclerocios

Si usted fumiga los campos, hay una buena posibilidad de la erradicación de *Verticillium* de los suelos. Sin embargo, si la fumigación no es aplicada correctamente (dosis bajas, mínima o exceso de humedad, baja temperatura, etc.), el patógeno podría sobrevivir. Una prueba de suelos después de fumigar ayudara a predecir el grado de riesgo. Si el riesgo es alto, usted querrá tomar medidas adicionales como adición de microbios beneficiosales al suelo. Pruebas de laboratorio están disponibles para estimar micro esclerocios por placa de agar (prueba de 30-días) y la PCR (prueba de 2-días). Aunque la prueba por PCR da resultados rápidos, el micro esclerocio muerto (por la fumigación) puede también dar resultados positivos por PCR. Por lo tanto, después de una fumigación, debe realizarse una prueba por cultivo en agar.

Fumigacion y fungicidas

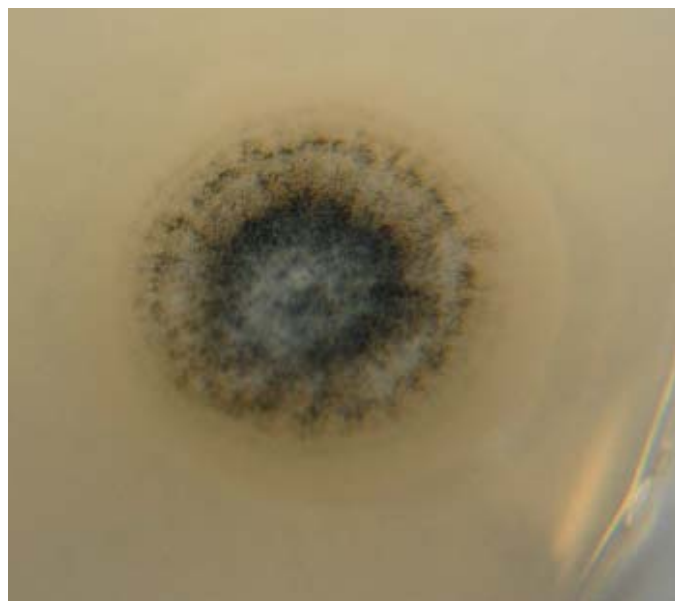
El bromuro de metilo es el mejor fumigante. MAPAM (metam de sodio o metam de potasio) es el segundo de los mejores. Los fungicidas no son efectivos y además no son recomendables.

Variedades resistentes

Verticillium dahliae tiene dos razas V1 y V2. La mayoría de las variedades disponibles actualmente son resistentes al V1 solamente. Por consiguiente, si su suelo contiene V2, la enfermedad tiene posibilidad de desarrollo. Pruebas de laboratorio (basadas en inoculación en variedades diferenciales) puede determinar cual tipo de raza es ta que existe en su suelo. Si la V2 está presente, una fumigación completa incluyendo los acolchados así como las áreas de pasillos le va a ser beneficiosal.

Sanidad

Una buena sanidad es siempre benéfica. Cualquier poda debe ser removida del campo. Después de cosechar, las plantas junto con las raíces deben ser removidas. Si el remover no es práctico para su campo, los desechos deben ser colectados en los pasillos y ser quemados. Estas prácticas reducirán en general el inoculo de micro esclerocio para el próximo cultivo.



Colonia de *Verticillium* con micro esclerocio negro en un medio selectivo NP-10.

Marchitez por Fusarium

Diagnosís

Plantas enfermas muestran amarillamiento en las hojas inferiores y decoloración vascular pronunciada. La decoloración vascular a menudo se extiende a la parte superior del tallo. Agricultores frecuentemente cortan el tallo para ver la decoloración vascular y confirmar el diagnóstico del campo. Fusarium puede ser fácilmente aislado del tejido del tallo. Sin embargo, si el Fusarium es aislado del suelo o de plantas sintomáticas, existe la posibilidad que sea no-patogénico. Dichos aislamientos deben ser analizados para un diagnóstico de patógenos más ciertos.

Evaluación de Riesgo

Fusarium puede sobrevivir en el suelo por largos períodos. Si bien es importante el saber cuánto inóculo hay presente en su suelo, el conteo de colonias no es útil ya que Fusarium spp. no-patogénico se encuentran usualmente presentes en el suelo. Por lo tanto no es recomendable un análisis de suelo para obtener conteo de Fusarium. Es de mucha ayuda el conocer cuál es el tipo de raza de Fusarium que hay presente en su suelo. Esta información le ayudará a seleccionar variedades resistentes para su campo. La mayoría de las variedades disponibles en la actualidad son resistentes a F1 y a F2. Si su suelo tiene raza F3, es muy probable que se desarrolle la enfermedad. En este caso, una fumigación completa incluyendo los acolchados así como área del pasillo será de beneficio.

Fumigación / Fungicidas

El bromuro de metilo es el mejor fumigante. MAPAM (metam de sodio o metam de potasio) es el segundo de los mejores. Aunque algunos fungicidas muestran la inhibición de Fusarium bajo condiciones de laboratorio, las aplicaciones a suelos han sido en lo general inefectivas.

Variedades Resistentes

Las variedades resistentes son el mejor método para reducir pérdidas por Fusarium.

Control Biológico

Ciertos aislamientos de Fusarium no-patogénico pueden ser de ayuda para reducir la enfermedad del Fusarium. Uno de dichos aislamientos (aislamiento CS-20 por R.P. Larkin) dio 60-100% de reducción de la enfermedad en experimentos bajo invernadero.

Validamycin A

Recientemente, investigadores japoneses han demostrado que una sola aplicación foliar de Validamycin A (antibiótico) puede desarrollar una resistencia sistémica adquirida (SAR) en tomate y proveer un control de Fusarium por 64 días. (Phytopathology 2005, 95: 1209-1216)

Nutrición

Elevando el pH del suelo a un rango de 6.5-7.0 y utilizando fertilizantes de nitrato pueden reducir la severidad de la enfermedad.



Síntomas de Fusarium en el campo



Diagnosís de campo: decoloración vascular extendida al tallo superior



Colonias de Fusarium recolectadas del suelo en un medio KOM

Cancer Bacteriano (Cmm)

Diagnosís

Plantas enfermas muestran necrosis en las hojas inferiores. El sistema vascular es decolorado. En etapas avanzadas, la médula también se decolora. Una prueba de laboratorio es necesaria para identificar plantas infectadas. Existen dos tipos de pruebas de laboratorio disponibles. Una prueba tradicional es cultivar en un medio selectivo y después confirmar los aislamientos por pruebas de patógenos. Esto puede tomarse hasta 14 días. Actualmente pruebas de PCR está disponible lo que puede tomarse en completar resultados en un tiempo corto de hasta una hora .

Evaluación de Riesgo

Semillas infectadas es un riesgo muy conocido para el desarrollo del cancer bacteriano.

Por lo tanto, es muy importante conocer si la semilla esta limpia. Algunas veces, las semillas son tratadas con ácido. Dicho tratamiento puede reducir en mayor grado la bacteria en la superficie pero no erradica ninguna infección bajo la capa de la semilla. Para semillas tratadas con ácido, deben emplearse métodos de prueba especiales para detectar cualquier infección residual.

En nuestras observaciones de campo en el área San Quintín, la presencia de cancer bacteriano fue frecuente. Esta alta incidencia indica que hay otras fuentes de infección distintas a la de la semilla. Aunque la literatura es muy pobre en información que sostenga que el suelo es otra de las fuentes, nosotros creemos que la bacteria vive en el suelo durante el período corto en que esta libre de cultivos. Debido a que los fumigantes generalmente no son efectivos con los patógenos bacterianos, Cmm puede persistir en el suelo e infectar al nuevo cultivo. Por lo consiguiente, una prueba de suelo debe ser útil para evaluar el riesgo por Cmm. Pruebas tradicionales de cultivo en caja no son efectivas en el muestreo de suelos. Solo pruebas de PCR son efectivas para exámenes de muestras del suelo

Fumigación / bactericidas

Bromuro de metilo puede reducir bacterias patógenas en el suelo. Otros fumigantes son menos efectivos.

Controles Culturales

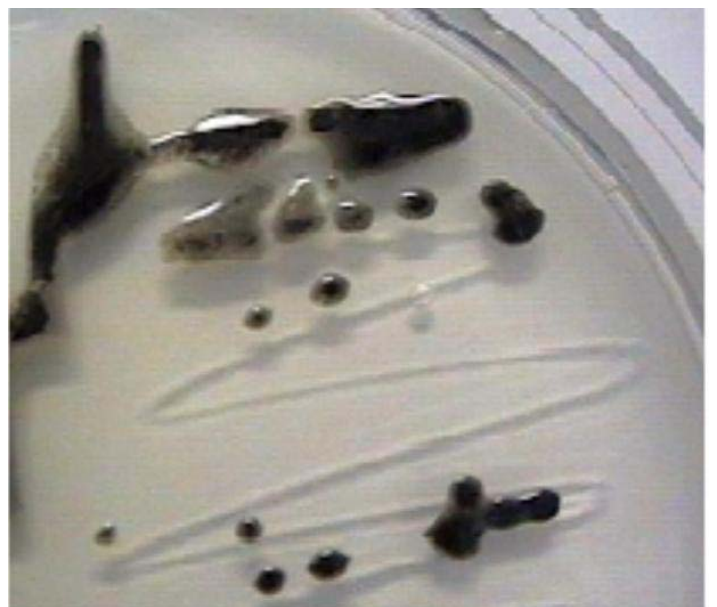
La sanidad es lo más importante para esta enfermedad. Las herramientas utilizadas para cortar plantas, podar hojas se deben limpiar frecuentemente con alcohol o con blanqueador (cloro). Esto es importante debido a que una gran cantidad de bacteria es introducida en la parte filosa de las herramientas aún con un solo corte de una planta infectada. Las herramientas contaminadas son muy efectivas como agente secundario para propagar la enfermedad. Después de la cosecha, toda la basura debe ser transportada lejos y ser quemada.



Síntomas: quemadura de la hoja en estado avanzado de infección



Diagnosís de campo: Decoloración vascular y de médula



Colonias de Clavibacter en un medio de SCM

Virus de marchitez manchada del Tomate (TSWV)

Diagnosís

El virus de marchitez manchada del tomate es muy predominante en el área de San Quintín. Existe un amplio rango de síntomas, que consisten en deformación de la hoja, tallo rayado y descomposición del fruto. Plantas infectadas pueden ser fácilmente detectadas mediante una inspección visual. Debido a que los síntomas de la mayoría de los virus son similares, se requiere una prueba de laboratorio para diagnóstico más certero. La técnica ELISA era comúnmente utilizada en el pasado. En la actualidad, existe una más confiable, más sensitiva y de cuantificación rápida: Real-time PCR (Tiempo-real PCR). Con esta técnica los resultados están disponibles en una hora., dichos resultados de PCR son visualizados en el monitor de la computadora en un tiempo real.



Síntomas de TSWV en hoja y fruto

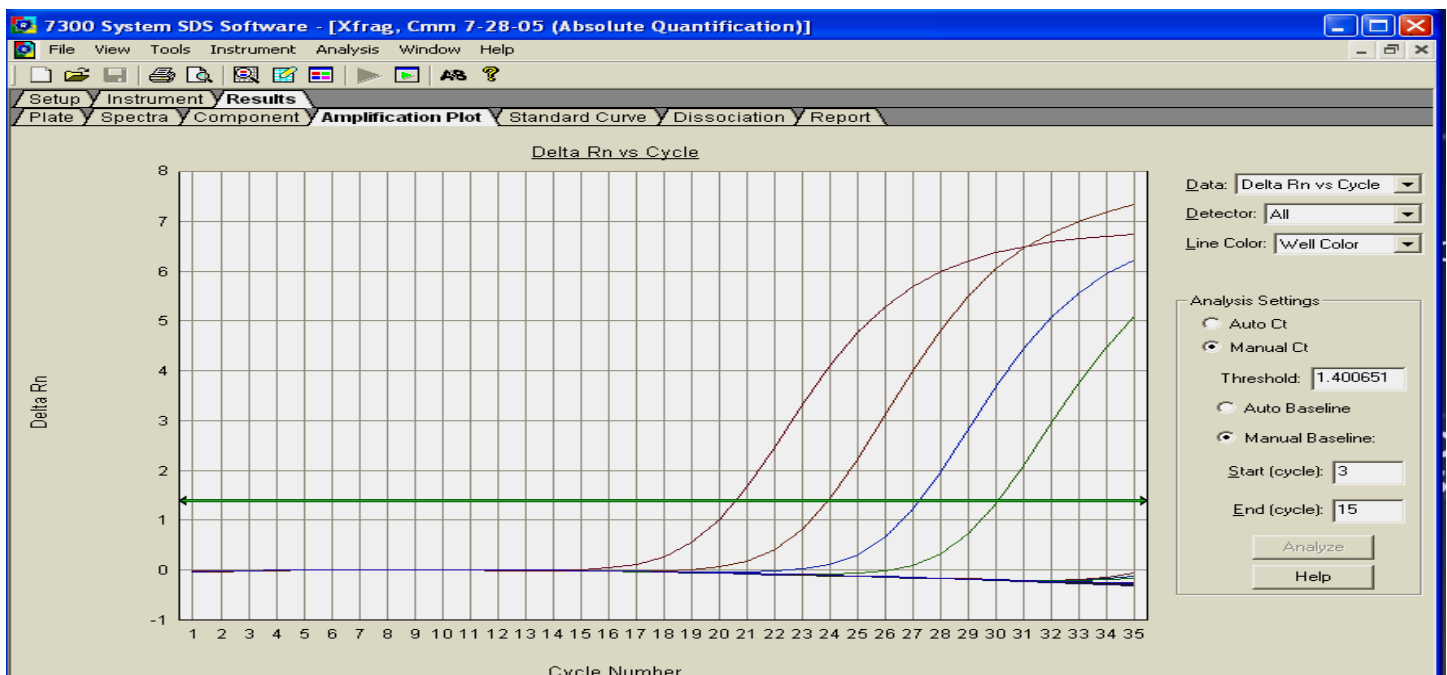
Evaluación de Riesgo

TSWV puede vivir en muchos medios incluyendo hierba silvestre y es introducido al cultivo del tomate por los trips. La larva del trip puede adquirir el virus de las malezas. El virus se multiplica en los trips. Un trip adulto puede transmitir el virus a las plantas de tomate. El virus puede adquirirse de otros agentes e introducirse a las plantas en tan solo 7 días (ya que son 7 días el tiempo en que una larva de trip se convierte en adulto). Por tanto, es importante saber si hay una infección de trips cerca de su campo. Los trips infectados pueden ser analizados por dos pruebas (PCR y prueba de la Petunia).

Prueba de PCR puede hacerse directamente en los trips colectados de las tarjetas azules engomadas. Las tarjetas azules engomadas pueden colocarse en localidades específicas alrededor del campo. En la prueba de la Petunia, plantas jóvenes de petunia (cultivar Carpet blue, Summer Madness) son colocadas en una superficie azul (plástico azul,



Ninfa y trips adultos



Detección de TSWV por tiempo Real PCR. Foto de 4 muestras positivas mostrando virus RNA amplificado cruzando la línea de base verde. Numero de ciclos PCR requeridos para ampliar RNA se muestran en el eje-X. Menos el numero de ciclos, mas la cantidad de virus en el tejido

TSWV ... continued

maceta azul, etc) en lugares específicos a la altura de la sombra. Todas las flores son removidas. Los trips son atraídos por el color azul y caen en las hojas de las petunias, las cuales muestran una mancha peculiar café a negro en un lapso de 3 a 4 días cuando los trips infectados se alimentan de ellas. Debido a que el virus no se vuelve sistémico en la Petunia, estas plantas no sirven de reservas de inoculo y no



Colocación de planta indicadora de Petunia

presentan riesgo para el cultivo de tomate.

Las plantas de Petunia pueden ser colocadas en las cuatro direcciones del campo para evaluar de cual dirección provienen los trips infectados. Esta información puede ser útil para remover cualquier maleza que sirva de anfitrión en esa dirección del campo.

Control

Las infecciones comienzan usualmente al principio de temporada y los síntomas se desarrollan durante la producción de frutos. Por lo tanto, el

monitoreo de trips puede comenzar temprano en la temporada y aplicar insecticidas según sea requerido. Una aplicación regular de insecticidas ayuda al control de trips. Remover plantas sintomáticas también ayudara a eliminar fuentes de infección en el campo.



Hojas de Petunia muestran que fueron comidas por trips infectados (arriba) y por trips sanos (abajo)

Salud del Suelo

Los Microorganismos juegan un rol definitivo en la salud general del suelo. Los suelos saludables contienen una población diversa de protozoos, nemátodos alimentados por bacteria, bacteria aeróbica y anaeróbica, esporas que forman bacterias, mohos y actinomicetos. La bacteria crece en la materia orgánica y con el nitrógeno del aire, y estas son comidas por protozoos y los nematodos afines. Durante ese proceso, nitrógeno es liberado y queda directamente disponible para las raíces de las plantas.

La abundancia de bacteria anaeróbica indica falta de oxígeno en la zona de la raíz (por exceso de agua, compactación, etc). Estas bacterias anaeróbicas también producen metabolitos que son tóxicos para la raíz. Por lo que cuando la población de bacteria anaeróbica supera a la aeróbica, se crea un problema.

Muchas especies de bacteria, hongos y actinomicetos son también antagonistas y juegan un papel importante en el control de enfermedades. Por tanto, una población significativa de organismos debe ser mantenida en el suelo. El tipo de suelo (arenoso, arcilla, etc.) y prácticas culturales (irrigación, fertilizado, pesticidas, fumigación, etc.) influyen en la diversidad y población de los microorganismos.

Por ejemplo, la arena tiene más sal y soporta menos bacteria que la arcilla. La fumigación puede matar muchos organismos y el suelo necesitara reaprovisionar. Una composta de te, hidrolizado de pescado, etc. puede ser aplicada por goteo para introducir de nuevo una población diversa de microorganismos.

Niveles Aceptables para Tomate*

Grupo Funcional	Gramos por 3-8 cms profundidad
Protozoa	10,000
Nematodos (alimentados por bacteria)	25
Aerobic bacteria	1-100 x 10 ⁷ cfu
Anaerobic bacteria	Por lo menos 10X menos que aerobicos
Levadura y mohos	5-50 x 10 ⁵ cfu
Pseudomonas (fluorescent group)	1-1000 x 10 ³ cfu
Nitrogen fixing bacteria	1x10 ⁶ cfu

*Existen pruebas de laboratorio para muestras de suelo

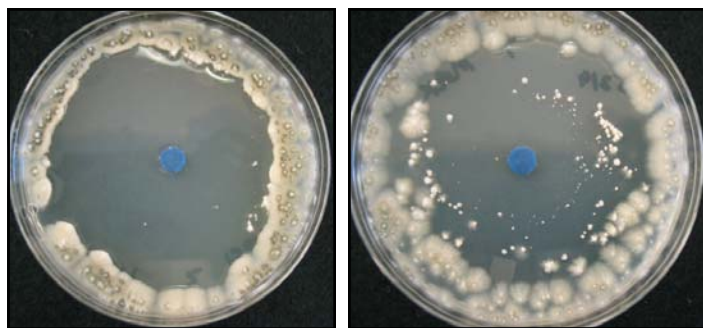
Alternativas de Fungicida / bactericida

Aplicaciones de fungicidas son efectivos para ciertas enfermedades (Pythium, Phytophthora, Rhizoctonia y otras enfermedades foliares). Aunque, el empapado (rociado) de fungicida/bactericida no es recomendado para Fusarium, Verticillium y cancer bacteriano, hemos encontrado que ciertos fungicidas son efectivos bajo condiciones de laboratorio. Nuestra tabla panel de 21-fungicidas para rápida selección ayuda en la identificación de fungicidas. La prueba también identifica si el aislamiento desarrollará resistencia fácilmente hacia el fungicida.

Inhibición de un Verticillium aislado por 21 fungicides*

Fungicida	A.i.	Rate/acre	Zona de Inhibición (mm)
Aliette	Fosetyl-Al 80%	5 lbs	-
Benlate	Benomyl 50%	1 lb	50
Cabrio	Pyraclostrobin 20%	14 oz	-
Captan 50WP	Captan 49%	6 lbs	15
Botran 5F	Dichloran 47%	4 pts	-
Champ	Copper hydroxide 38%	2 pts	-
Elevate 50WDG	Fenhexamid 50%	1.5 lbs	-
Flint	Trifloxistrobin 50%	0.2 lb	30R
Maxim 4FS	Fludioxonil 40%	1 pt	30R
Orbit	Propiconazol 42%	0.04 fl oz	-
Phosguard	Phosphite	26 fl oz	-
Pristine	Pyraclostrobin 13% Boscalid 25%	23 oz	-
Quadris	Azoxystrobin 23%	15.4 fl oz	30R
Rally	Myclobutanil	5 oz	30R
Ridomil Gold	Mefenoxam 48%	1 pt	-
Ronilan	Vinclozalin 50%	1.5 lb	-
Rovral	Iprodione 50%	2 lbs	-
Switch	Cyprodinil 38% Fludioxonil 25%	14 oz	25R
Thiram	Thiram 65%	5 lbs	20
Topsin M	Thiophanate M 70%	1 lb	25
Vanguard	Cyprodinil 75%	0.5 lb	-

* R indica resistencia de colonias desarrolladas



Izq.: disco impregnado de Benlate produce una zona de inhibición de 50 mm de ancho Verticillium. Der.: Disco impregnado de Maxim produce una zona de inhibición pero se desarrollan colonias resistentes dentro de la zona.

Sobre el autor

Parm Randhawa, Ph.D.

Dr. Parm Randhawa es presidente de California Seed and Plant Lab., Inc. El recibió su doctorado en fitopatología en 1980. El estuvo durante 4 años en un postdoctorado de fitopatología desarrollando pruebas para patógenos de la semilla. Los siguientes 5 años, hizo trabajo como fitopatólogo en Yoder Brothers donde desarrolló recomendaciones para el control de enfermedades en plantas ornamentales. En 1991, comenzó como consultor con el Departamento de Alimentos y Agricultura de California y desarrollo programas de certificación "libre de virus" para viveros de árboles frutales, plantas de enredadera y viveros de cítricos en California. Aquí se ubico por 6 años. Durante este tiempo, fundó un laboratorio de diagnóstico privado para pruebas de semilla y otros tipos de plantas. Actualmente su laboratorio provee pruebas para enfermedades y genética digital para vegetales, fresas y especies de enredaderas en la industria de California.



Dentro de su carrera profesional, el es destinatario de reconocimientos por la USDA y por NSF por sus trabajos de investigación para desarrollar métodos de prueba para detectar bacteria en la semilla. El es autor de más de 30 documentos presentados en publicaciones científicas y una patente.