

Sintomas de *Clavibacter michiganensis* (Cancro bacteriano) en planta de tomate.



**Miryam Valenzuela Ormeño**  
 Fitopatóloga-Bacterióloga  
 Centro de Estudios Avanzados  
 en Fruticultura, CEAF



**Eduardo Gálvez Sotelo**  
 Fitopatólogo Independiente  
 Participante del programa  
 YoungISTA

# Sanidad desde el origen

**La alta tasa de multiplicación de las bacterias transmisibles por semilla y su posibilidad de mutar y adaptarse frente a condiciones adversas las hace difíciles de controlar. Cómo evitar su transmisión.**

Las bacterias son microorganismos unicelulares muy pequeños que carecen de núcleo (procariotas) y poseen pared celular que les da su forma. De acuerdo a la estructura de su pared se dividen en Gram positivas y Gram negativas. La mayoría de las bacterias fitopatógenas tienen forma de bacilo, a excepción de un grupo que tiene forma filamentosa (actinomicetes) y otras que han perdido su pared celular (ej: fitoplasmas).

Muchas bacterias secretan exopolisacáridos (EPS) que puede tener una función protectora y participar en el desarrollo de la enfermedad. La mayoría de las bacterias fitopatógenas son parásitos facul-

tativos, se pueden adaptar a una variedad de ambientes y son fáciles de cultivar en medios artificiales. Algunas bacterias fitopatógenas son difíciles de cultivar o nunca han podido ser cultivadas, las cuales se denominan fastidiosas, y normalmente son habitantes del xilema o floema de las plantas. Entre las bacterias fastidiosas se encuentran *Xyllela fastidiosa* y los fitoplasmas.

Las bacterias se multiplican muy rápidamente por fisión binaria y se diseminan principalmente a través de agua, herramientas, materiales de propagación (vegetativa y semillas), animales y personas, y entran a la planta a través de heridas, aberturas naturales o por medio de vectores (insectos). Las bacte-

rias tienen varios mecanismos de transferencia de genes, sin embargo, evolucionan principalmente a través de las mutaciones.

Entre los principales síntomas causados por bacterias se pueden mencionar las necrosis (manchas, tizones, canchales, sarna), la marchitez, amarillamientos, pudriciones, tumores y deformaciones de diferentes órganos de las plantas. Los géneros de bacterias fitopatógenas más comunes son *Agrobacterium*, *Erwinia* y sus géneros estrechamente relacionados, *Pseudomonas* y *Xanthomonas* entre las Gramnegativas y *Clavibacter* y *Streptomyces* entre las Grampositivas (Schumann & D'Arcy 2010; Kado, 2010; Agrios, 2005).

La alta tasa de multiplicación y la posibilidad de mutar y adaptarse frente a condiciones adversas hacen que las bacterias fitopatógenas sean difíciles de controlar y puedan provocar daños importantes en los cultivos agrícolas.

### IMPORTANCIA DE LA SANIDAD DE LAS SEMILLAS

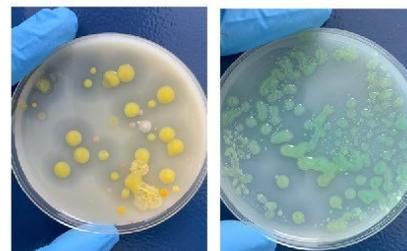
Para evitar la propagación de plagas y enfermedades, tanto a nivel local como internacional, es crucial contar con material de propagación libre de patógenos, lo cual es un factor clave para la producción vegetal sostenible. Las semillas sanas desempeñan un papel importante desde el punto de vista del crecimiento de una planta sana, así como del rendimiento del cultivo, lo que llevará a una producción exitosa y evitará realizar excesivas aplicaciones de productos bactericidas de alto costo.

Antes de permitir que las semillas entren en su territorio, las autoridades nacionales con frecuencia exigen como requisito fitosanitario un análisis de sanidad de las semillas. El intercambio internacional de semillas facilita la introducción de nuevas enfermedades en zonas donde previamente no se tienen reportes de ellas. Las empresas semilleras nacionales e internacionales están enfocadas en la detección síntomas en plantas, que pudieran asociarse a bacterias, realizando periódicamente inspecciones a campo.

En nuestro país, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) junto a la Asociación Nacional de Productores de Semillas (ANPROS) implementaron un convenio de vigilancia fitosanitaria por el que se realizan inspecciones en campo para fitopatógenos cuarente-

narios ausentes. Este es el caso de las bacterias *Acidovorax citrulli*, en cucurbitáceas; *Candidatus Liberibacter solanacearum* en papa y zanahorias, *Curtobacterium flaccumfasciens pv. flaccumfasciens* en frejol y soya; *Pantoea stewartii* en maíz.

Por otro lado, las empresas proveedoras poseen laboratorios de análisis para la detección de bacterias fitopatógenas en semillas, ya sea en Chile como en el extranjero, y en algunos casos tercerizados por laboratorios nacionales, algunos de ellos autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero. Debido a la importancia y al potencial daño que pueden provocar estos fitopatógenos, la industria semillera mundial pone todos sus esfuerzos en mejorar las técnicas de detección a nivel de laboratorio. Dentro de las asociaciones mundiales que generan la mejora constante en las metodologías de detección se encuentra la International Seed Testing Association (ISTA) y la International Seed Federation (ISF), quienes estandarizan métodos de análisis y realizan la puesta a punto



de los protocolos que se utilizarán a nivel mundial para la detección de estos microorganismos.

### CÓMO EVITAR LA TRANSMISIÓN

Potencialmente, cualquier bacteria fitopatógena podría transmitirse por semilla. Las bacterias se pueden encontrar en la superficie de la semilla, pero las que causan infecciones vasculares o sistémicas pueden encontrarse en la testa, el endospermo e -incluso- en el embrión. En la tabla 1 se puede ver un listado de las principales enfermedades bacterianas transmisibles por semilla.

Las estrategias de manejo de las enfermedades bacterianas de las plantas requieren un conocimiento profundo de la relación planta-patógeno-ambiente para identificar el

**Tabla 1:** Principales enfermedades transmisibles por semilla causadas por bacterias

| Enfermedad   | Planta hospedera  | Agente causal   |
|--|-------------------|---|
| Cancro bacteriano                                      | Tomate            | <i>Clavibacter michiganensis</i>                              |
| Peca bacteriana  | Tomate            | <i>Pseudomonas syringae pv. tomato</i>                        |
| Mancha bacteriana                                      | Pimentón y tomate | <i>Xanthomonas spp</i>  |
| Marchitez bacteriana                                   | Berenjena         | <i>Ralstonia solanacearum</i>                                 |
| Mancha bacteriana (BFB)                                | Cucurbitáceas     | <i>Acidovorax citrulli</i> (*)                                |
| Mancha angular   | Pepino            | <i>Pseudomonas syringae pv. lachrymans</i> (*)                |
| Mancha bacteriana                                      | Calabaza          | <i>Xanthomonas cucurbitae</i> (*)                             |
| Mancha café  | Melón             | <i>Pantoea ananatis</i>                                       |
| Pudrición negra  | Brásicas          | <i>Xanthomonas campestris pv. campestris</i>                  |
| Podredumbre del bulbo                                  | Cebolla           | <i>Pantoea spp.</i>   |
| Tizón bacteriano                                       | Zanahoria         | <i>Xanthomonas hortorum pv. carotae</i> (*)                   |
| Marchitez del frejol / Mancha parda bacteriana en soya | Legumbres         | <i>Curtobacterium flaccumfasciens pv. flaccumfasciens</i> (*) |

\*No reporta nada en Chile

## SEMILLAS

“ La aplicación de **agentes de biocontrol (BCA)**, emerge como una estrategia sostenible y **de alta eficacia** para el manejo de enfermedades en plantas”.

momento más apropiado para atacar a las poblaciones de patógenos y determinar cuándo las plantas hospederas son vulnerables a la infección. Un enfoque de manejo integrado, que incluya el uso de plantas hospederas resistentes o tolerantes, la intervención con controles químicos y/o biológicos y prácticas culturales dirigidas a la reducción del inóculo, representa la mejor estrategia general para un manejo eficaz y sostenible de la enfermedad.

Tradicionalmente, la protección de cultivos contra bacterias fitopatógenas se ha basado en el uso de productos formulados en base a cobre y antibióticos. En el caso del cobre se utilizan bactericidas cuyo ingrediente activo es el sulfato de cobre pentahidratado, hidróxido de cobre y oxiclورو de cobre, entre otros. En cuanto a los antibióticos, los productos comerciales incluyen la estreptomycin, oxitetraciclina, gentamicina y kasugamicina (Valenzuela et al., 2019). La eficacia de estos bactericidas se ve amenazada por la resistencia de los patógenos y la contaminación ambiental (Raza et al., 2017).

La aplicación de agentes de biocontrol (BCA), emerge como una estrategia sostenible y de alta eficacia para el manejo de enfermedades en plantas. Los BCA más utilizados incluyen bacterias del género *Bacillus spp.* y *Pseudomonas spp.* (Lahlali

et al., 2022). Otras opciones son la utilización de péptidos antimicrobianos (AMP) y los inductores de resistencia SAR e ISR.

En producción de semilla de tomate existe el sistema GSPP (Good Seed and Plant Practices, en español Buenas Prácticas en Plantas y Semillas) institución internacional que nació el 2011 y tiene por objetivo evitar que las semillas y lotes de plantas de tomate sean infectados por *Clavibacter michiganensis*, agente causal del cancro bacteriano del tomate. Esta entidad garantiza un sistema de gestión de calidad, métodos de trabajo y el suministro de información de un sitio de producción que cumplan con un estándar de calidad alto en la producción de semillas de tomate. Esta institución verifica y audita a las empresas adscritas para que cumplan todos los procedimientos. Un listado de las empresas y lugares que están acreditados en este sistema se pueden revisar en la web: <https://www.gspp.eu/accredited-companies-sites>.

Finalmente, para evitar la diseminación de enfermedades transmisibles por semilla, el agricultor debe considerar:

→ **Elección de portainjertos y/o variedades resistentes:** revisar información de las variedades de semillas disponible en las páginas web de las empresas semilleras



Sintomas de *Xanthomonas campestris pv campestris* (Podridón negra) en Brásica.

→ **En el caso del tomate**, verificar si la empresa y el sitio de producción están acreditados por GSPP

→ **Verificar la calidad sanitaria de los plantines:** verificar que las plantas no tengan síntomas, preferir plantines más endurecidos, buena injeración. Si hay dudas enviar muestras para análisis fitopatológico.

→ **Estar atentos a condiciones ambientales favorables** (temperatura y humedad).

→ **Realizar manejos culturales preventivos.**

→ **Aplicación de productos químicos y biológicos en forma razonable:** rotar productos con diferentes ingredientes activos, no aplicar biológicos inmediatamente después de químicos o viceversa, verificar efectividad de los productos.

→ **Revisión continua de las plantas** por posible aparición de síntomas (monitoreo).

Una estrategia integral que combine los tratamientos tradicionales, utilizados en forma eficiente y razonable, la utilización de alternativas biológicas y la posible generación de variedades resistentes, debería llevar a una producción sostenible. ☘