

La Marchitez Bacteriana de la Papa

Pseudomonas solanacearum

Carlos Martin, Edward R. French



Planta de papa afectada por marchitez bacteriana



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

Lima, Perú
1985

PN-ABD-604

Boletín de Información Técnica 13

La Marchitez Bacteriana de la Papa

Pseudomonas solanacearum

Carlos Martin, Edward R. French

Centro Internacional de la Papa
Apartado 5969
Lima, Perú

Tel. 366920
Cable CIPAPA-Lima
Télex 25672 PE

La Marchitez Bacteriana de la Papa

Pseudomonas solanacearum

Objetivos. El estudio de este boletín le permitirá:

- explicar la importancia de la marchitez bacteriana,
- describir los síntomas,
- describir el organismo causal y su clasificación,
- explicar la epidemiología de *Pseudomonas solanacearum*,
- listar los componentes de control integrado,
- analizar la resistencia.

Materiales de estudio

- Diapositivas de síntomas de marchitez bacteriana. (No transportar material infectado para fines de demostración pues se corre el riesgo de diseminar la enfermedad.)

Ejercicios

- Observar en el campo los síntomas y la gama de hospedantes. (No cargar material infectado fuera del campo. Limpiar zapatos e implementos después de dejar un campo infectado.)
- Examinar la presencia de bacterias en pedazos de tallo cortados como se explica en la Sección 2.
- Realizar la prueba KOH como se explica en la Sección 2.

Cuestionario

- 1 ¿A cuáles hospedantes afecta *P. solanacearum* en su país?
- 2 ¿Cuál es el daño causado por la marchitez bacteriana?
- 3 Describa un síntoma en los órganos aéreos de la papa característico de la enfermedad.
- 4 ¿Cómo se puede demostrar con facilidad la presencia de bacterias en los tallos? Describa el método.
- 5 ¿Cómo pueden ser detectadas las infecciones latentes en los tubérculos?
- 6 ¿Cómo pueden ser diferenciadas en el campo la marchitez bacteriana y la pudrición anular?
- 7 ¿Cuáles razas afectan la papa, y en qué tipo de ambiente?
- 8 ¿Qué importancia tienen los patovares?
- 9 ¿Cuáles son las fuentes de inóculo de marchitez bacteriana?
- 10 ¿Cuál es el problema principal de los tubérculos con infección latente?
- 11 ¿Cómo sobrevive la bacteria en los suelos de su país?
- 12 ¿Qué relación tiene la presencia de nematodos con la incidencia de la marchitez bacteriana?
- 13 ¿De qué manera influye la temperatura en el desarrollo de la marchitez bacteriana?
- 14 ¿Cuál es la manera más adecuada de controlar la enfermedad?
- 15 Haga una lista de los componentes de control.
- 16 ¿Por qué la rotación de cultivos puede no ser la medida más práctica cuando predomina la raza 1?
- 17 ¿Cuál es la fuente de resistencia de la papa a *P. solanacearum*?
- 18 ¿Cuán efectiva es la resistencia hallada en papa a *P. solanacearum*?
- 19 ¿Por qué un campo debiera estar 100 % libre de *P. solanacearum* para la producción de semilla?
- 20 ¿Por qué la evaluación local es imprescindible en el desarrollo de variedades resistentes?
- 21 ¿Qué materiales de germoplasma pueden ser proporcionados por el CIP?
- 22 ¿Cuáles son las características de los clones avanzados?

La Marchitez Bacteriana de la Papa

Pseudomonas solanacearum

- 1 Importancia de la marchitez bacteriana
- 2 Síntomas
- 3 Organismo causal
- 4 Epidemiología
- 5 Control
- 6 Resistencia
- 7 Lecturas adicionales

La marchitez bacteriana limita la producción de la papa, especialmente la destinada a semilla, en el mundo entero. No existen medidas de control químico que sean a la vez efectivas y prácticas. Sin embargo, otros componentes de control integrado pueden ser efectivos. Un requisito para el correcto manejo de la enfermedad es el conocimiento del organismo causal y de su acción.

1 IMPORTANCIA DE LA MARCHITEZ BACTERIANA

Pseudomonas solanacearum afecta más de 30 familias de plantas tanto cultivadas como silvestres. Entre los cultivos más susceptibles se encuentran la papa, el tabaco, el tomate, la berenjena, el ají, el pimiento y el maní. Limita el cultivo de papa en Asia, Africa, América Central y América del Sur donde ocasiona severas pérdidas en los cultivos en las regiones de climas tropicales, subtropicales y templados. También puede ocurrir en climas más fríos como en altitudes relativamente grandes en la zona tórrida o en latitudes mayores.

Las medidas de cuarentena que son necesarias para evitar la diseminación de la enfermedad a áreas libres de ésta a menudo restringen la producción de semilla de papa y limitan la comercialización de la papa de consumo, perjudicando así la economía de la región cuarentenada.



Pseudomonas solanacearum limita el cultivo de papa en muchas regiones tropicales, subtropicales y templadas. El anillo vascular del tubérculo y, más tarde, todo el tubérculo puede desintegrarse.

2 SINTOMAS

Pseudomonas solanacearum causa síntomas tanto en los órganos aéreos como en los subterráneos de la planta de papa.

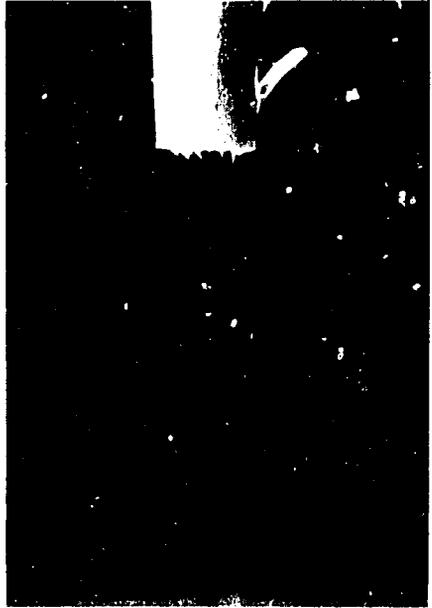
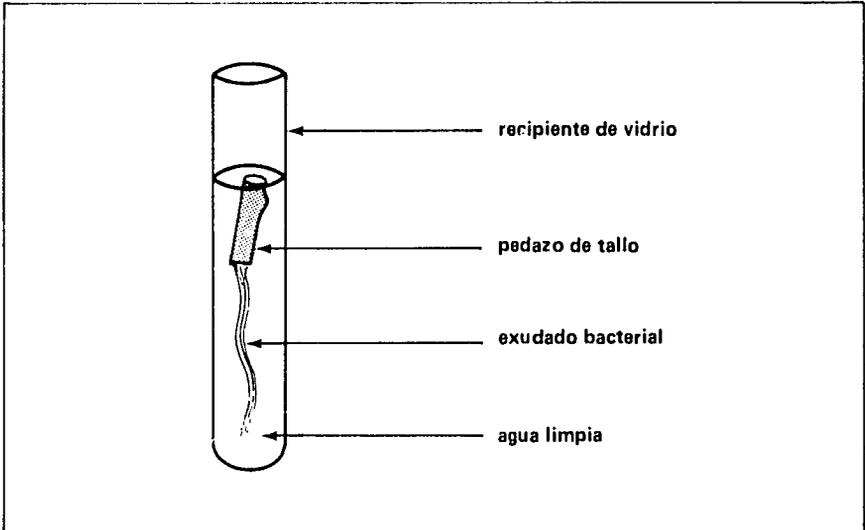
Síntomas aéreos. En las partes aéreas de la planta, los síntomas son el marchitamiento, el enanismo y el amarillamiento del follaje. El marchitamiento causado por *P. solanacearum* es parecido al que es causado por falta de agua, por otros patógenos como *Fusarium* o *Verticillium* spp., por un daño mecánico, o al producido por insectos en la base del tallo.

Es característico el marchitamiento inicial de sólo parte de los tallos de la planta, o incluso un solo lado de una hoja o tallo. Si el desarrollo de la enfermedad es rápido, plantas enteras se marchitan rápidamente.

Un corte transversal de un tallo joven de papa que esté enfermo pone al descubierto una coloración marrón del sistema vascular. Con una ligera presión, suele exudar un mucílago lechoso. Un corte longitudinal presenta delgadas franjas oscuras debajo de la epidermis.

El mucílago lechoso que exuda de los tallos (y tubérculos – véase más adelante) indica que hay actividad de las bacterias dentro del sistema vascular. Una demostración fácil, descrita a continuación, pone en evidencia la presencia de *P. solanacearum* en un tallo.

Se corta un pedazo, de 2 a 3 cm de largo, de la base del tallo y se pone en agua limpia en un recipiente de vidrio. Puede ser colocado horizontal, adherido a la pared del recipiente al nivel del agua o sostenido con un clipe abierto. En pocos minutos se ven en el agua limpia filamentos finos, lechosos que salen de uno o ambos extremos del tallo cortado.



Se corta un pedazo, de 2 a 3 cm de largo, de la base del tallo y se pone en agua limpia en un recipiente de vidrio. En pocos minutos se ven filamentosos finos, lechosos, que salen de los cortes del tallo.

Síntomas subterráneos. En los tubérculos infectados no siempre son visibles los síntomas externos. En el caso de infecciones severas, sin embargo, el exudado bacteriano se aglutina en los ojos o en la cicatriz del estolón de los tubérculos y hace que la tierra se quede adherida a ellos.

Un tubérculo cortado presenta a menudo una coloración parduzca en el anillo vascular. Una ligera presión hace brotar del anillo vascular el mucílago típico, que tiene aspecto de pus o el mucílago mana naturalmente. En estados más desarrollados de la enfermedad puede desintegrarse el anillo vascular o todo el tubérculo.

No todos los tubérculos de una planta marchita son afectados, ni todos los tubérculos afectados presentan síntomas. Las infecciones latentes pueden ser detectadas al incubar tubérculos a 30 °C y con humedad elevada. Después de dos o tres semanas, los síntomas típicos pueden ser observados en los tubérculos.

Los síntomas causados por *P. solanacearum* pueden ser confundidos con los causados por *Corynebacterium sepedonicum* (pudrición anular). Una diferencia importante es que *P. solanacearum* causa el colapso directo de las plantas verdes, mientras que en la pudrición anular el marchitamiento generalmente está asociado con clorosis, amarillamiento y necrosis del follaje.

En el laboratorio, estas dos especies de bacterias pueden ser diferenciadas mediante un procedimiento de tinción, conocido como la reacción Gram. *P. solanacearum* es Gram negativa, *C. sepedonicum* es Gram positiva.

Se puede hacer otra prueba diferencial y rápida con el exudado o las bacterias cultivadas: Se colocan dos gotas de solución al 3% de KOH (hidróxido de potasio) sobre un portaobjetos. Luego, las bacterias son transferidas a las gotas con un palillo de dientes y son mezcladas mediante movimientos circulares y rápidos durante 5 a 15 segundos. La formación de un hilo lechoso al levantar el palillo de dientes indica la presencia de *P. solanacearum*. Si se trata de *C. sepedonicum*, no se forma el hilo.



Pseudomonas solanacearum causa dos tipos de síntomas: en la parte aérea, el marchitamiento inicial de sólo partes de la planta es característico (*arriba*); en la parte subterránea, la tierra se adhiere al exudado bacteriano en los ojos del tubérculo o en la cicatriz del estolón. Un tubérculo cortado presenta a menudo una coloración parduzca en el anillo vascular. Una ligera presión hace brotar del anillo vascular el mucílago típico, que tiene aspecto de pus, o el mucílago mana naturalmente. El anillo vascular y, más tarde, todo el tubérculo puede desintegrarse (*abajo*).

3 ORGANISMO CAUSAL

Pseudomonas solanacearum es una bacteria aerobia, abastionada y Gram negativa que generalmente es inmóvil.

Su gran variación ha llevado a dos sistemas de clasificación: el sistema de razas y el sistema de biotipos.

Sistema de razas. Basándose en la gama de hospedantes en condiciones de campo, se pueden distinguir cuatro razas:

La raza 1 afecta a una gran variedad de especies de plantas como la **papa**, el tomate, la berenjena, el tabaco, el ají, el maní y varias malezas. Es común en climas cálidos y en regiones bajas de la zona tórrida.

La raza 2 afecta a las plantas musáceas como banano, plátano, abacá y *Heliconia* spp. (platanillo).

La raza 3 afecta principalmente a la **papa**. En contraste con la raza 1, es más común en altitudes o latitudes mayores.

La raza 4 afecta a la morera (en la China).

Sistema de biotipos. En pruebas bioquímicas especializadas, se pueden diferenciar cinco biotipos (de I a V). El biotipo II coincide con la raza 3, el biotipo V con la raza 4 y los biotipos I, III y IV están en la raza 1.

Los patovares o variantes son independientes de toda diferenciación de raza o biotipo. Un patovar puede afectar a un hospedero o a una variedad de papa en un lugar, pero puede ser que otro patovar en un lugar diferente no lo afecte.

4 EPIDEMIOLOGIA

El marchitamiento, el síntoma más obvio en el campo, es posiblemente un resultado de un movimiento restringido de agua debido a la formación de un mucílago alrededor de las masas de bacterias en los vasos del xilema del tallo. La marchitez bacteriana puede provenir de dos fuentes de inóculo:

- tubérculos-semillas infectados,
- suelo infestado.

Tubérculos-semillas infectados. Los tubérculos-semillas infectados constituyen la fuente más común de inóculo. Especialmente ocasionan problemas las infecciones latentes. Puede ocurrir que tubérculos-semillas producidos en climas fríos, como en altitudes superiores a 2500 m en la zona tórrida, no presenten síntomas. Sin embargo, cuando se siembran en lugares cálidos, el desarrollo de la enfermedad puede ser severo. *P. solanacearum* puede ser transmitida a lugares distantes por medio de tubérculos-semillas infectados.

Suelo infestado. *P. solanacearum* es nativa de muchos suelos de la zona tórrida. La supervivencia de la bacteria está afectada por la temperatura, la humedad y otros factores físicos y químicos del suelo. En ciertos suelos, *P. solanacearum* puede sobrevivir durante muchos años; en otros, la bacteria puede desaparecer de una temporada de cultivo a otra.

La sobrevivencia depende también de la raza involucrada. La raza 1, por sus numerosos hospedantes, persiste normalmente durante muchos años mientras que la raza 3 tiende a declinar en pocos años, cuando no hay plantas espontáneas de papa que contribuyan a mantener el inóculo.

Localmente, la enfermedad puede ser diseminada por el agua de riego y por el suelo adherido a zapatos y herramientas.

La infección ocurre generalmente a través del sistema radicular. El patógeno entra por heridas producidas en la labranza o al brotar las raíces secundarias. El nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.) y otros nematodos también facilitan la penetración de la bacteria al lesionar las raíces.

P. solanacearum puede propagarse de raíz en raíz durante la formación de raíces secundarias. Una vez que la bacteria entra en las raíces, se multiplica y se moviliza a través de la planta por los vasos del xilema en el tallo y los pecíolos.

El desarrollo de la enfermedad depende principalmente de la temperatura. La temperatura alta estimula el desarrollo de la marchitez bacteriana y la población bacteriana se reduce en suelos fríos. La mejor temperatura para el cultivo bacteriano *in vitro* es aproximadamente 30 °C. En el campo, los síntomas de la enfermedad aparecen generalmente cuando la temperatura diurna es superior a 20 °C y la temperatura promedio del suelo mayor de 14 °C.

La humedad alta del suelo estimula la supervivencia, el estado infeccioso, el desarrollo de la enfermedad y la propagación de la bacteria. El secado periódico, o la inundación como en los campos de arroz, reduce la viabilidad de la bacteria y la incidencia de la enfermedad.

5 CONTROL

El control de *P. solanacearum* es difícil debido a su amplia gama de hospedantes, su sobrevivencia en el suelo y su variación biológica. Una combinación integrada de medidas de control es lo más apropiado. Los siguientes componentes de control deben ser considerados.

Resistencia. Para el agricultor, la utilización de variedades resistentes es el componente más práctico de control. (Véase la Sección 6.)

Salud de los tubérculos-semillas. Deben utilizarse sólo tubérculos-semillas libres de la enfermedad. Para asegurar que estén libre de infección latente, los tubérculos-semillas deben provenir de áreas donde no ocurra la enfermedad.

Rotación de cultivos. La rotación de cultivos con plantas no hospedantes reduce el potencial de inóculo en el suelo. Hay que considerar que las plantas espontáneas de papa y las malezas, especialmente de la familia de las Solanáceas, son hospedantes de *P. solanacearum*. Debido a la amplia gama de hospedantes, la rotación de cultivos puede no ser la medida más práctica allí donde predomina la raza 1.

Manejo agronómico. Durante la labranza, evítense las lesiones en raíces y estolones. Se ha observado que la incidencia de la enfermedad se reduce con una labranza mínima durante la temporada de cultivo. En suelos poco profundos, por el contrario, una labranza frecuente entre las temporadas de cultivo puede reducir el inóculo.

Control de nematodos. Para reducir la interacción entre los nematodos y la enfermedad, se debe hacer un control de nematodos, especialmente de *Meloidogyne* spp.

Control químico. El control químico no es posible en la actualidad.

Cuarentena. Una vez que la enfermedad haya sido descubierta en un área, el transporte de semilla de papa de esa área debe ser suprimido.

6 RESISTENCIA

La resistencia a *P. solanacearum*, desarrollada a la fecha en papa, proviene principalmente de *Solanum phureja* y es controlada por unos pocos genes. Raramente se expresa como inmunidad puesto que es vencida por niveles crecientes de los factores que favorecen esta enfermedad: temperatura, humedad de suelo, daño al sistema radicular, etc. De esta manera, resistencia puede significar que se infecte un número menor de plantas.

La resistencia no es general sino específica a patovares. Un patovar de un lugar puede vencer la resistencia efectiva en otro lugar. Más de un patovar puede estar presente en un campo dado.

Como la expresión de resistencia es específica a un patovar y al medio ambiente, la evaluación local es una fase fundamental en el desarrollo de variedades resistentes.

El nivel aceptable de resistencia depende del uso de la papa producida. Cuando su uso es de consumo, cierto porcentaje de infección puede ser tolerado. Pero en la producción de semilla, es preferible no tolerar nada de marchitez bacteriana, porque unos cuantos tubérculos-semillas infectados pueden diseminar la enfermedad sobre un área grande.

Un objetivo prioritario del CIP es el desarrollo de clones resistentes. El programa de mejoramiento del CIP está también orientado hacia el desarrollo de estabilidad de la resistencia a la marchitez bacteriana bajo condiciones tórridas y con infestación por nemátodos.

El CIP puede suministrar diferentes tipos de germoplasma: familias de tubérculos, clones seleccionados y clones avanzados.

Familias de tubérculos. A pesar de que una familia de tubérculos proviene del mismo cruzamiento, cada tubérculo resultante es un clon genéticamente diferente. Cada clon pudiera ser primero multiplicado y luego evaluado en el campo intercalado con plantas susceptibles.

Clones seleccionados. Los clones seleccionados provienen de familias de tubérculos que ya fueron sometidas a la prueba de resistencia. Pueden estar disponibles en juegos de cinco tubérculos por clon. Pueden seguir siendo evaluados en un diseño de parcela única o diseño experimental completamente al azar.

Clones avanzados. Los clones avanzados han pasado por varios ciclos de pruebas y sus características agronómicas han sido evaluadas. Pueden seguir siendo probados en un diseño bloque completamente al azar.

Para evaluar la resistencia, generalmente es posible establecer las diferencias basándose en el número de plantas que se marchitan durante la temporada entera (véase French, 1982). Para diferencias más detalladas, el grado de marchitamiento de cada planta en un momento dado puede ser evaluado con la siguiente escala:

Estado de la planta	Puntaje
Planta saludable	1
Marchitamiento de una hoja	2
Una tercera parte de la planta está marchita	3
Dos terceras partes de la planta están marchitas	4
La planta entera está marchita o muerta	5

7 LECTURAS ADICIONALES

Buddenhagen, I.W., Kelman, A. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* Ann. Rev. Phytopathology 2:203-230.

French, E.R. 1982. Evaluación de campo para clones del CIP mejorados por resistencia a marchitez bacteriana. Serie de Evaluación de Tecnología No. 2. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú, 9 pp.

Hayward, A.C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum* J. Appl. Bact. 27:265-277.

He, L.Y., Sequeira, L., Kelman, A. 1983. Characteristics of strains of *Pseudomonas solanacearum* from China. Plant Disease 67:1357-1361.

Hooker, W. (ed). 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 40-42.

International Potato Center. 1979. Developments in the control of bacterial diseases of potatoes. Planning Conference Report 18. International Potato Center, Lima, Peru. 137 pp.

Suslow, T.V., Schroth, M.N., Isaka, M. 1982. Application of a rapid method for gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. Phytopathology 72:917-918.

Thurston, H.D. 1963. Bacterial wilt of potatoes in Colombia. Am. Potato J. 40:381-390.

Coordinador del Boletín de Información Técnica: Rainer Zachmann

Procesado e impreso en el Departamento de Capacitación y Comunicaciones del CIP, Lima.
Mayo, 1985

Tirada: 2 000



Evaluación: Boletines de Información Técnica

Los Boletines de Información Técnica del CIP contienen información importante para investigación y producción de papa. Aunque están escritos para niveles profesionales intermedios, la mayor parte de la información es fácilmente adaptable al nivel de agricultores. Puede ser usados en:

- a estudio individualizado,
- b producción de papa,
- c experimentación,
- d adiestramiento,
- e producción de mensajes para los agricultores.

Sus respuestas a las preguntas siguientes son importantes para la revisión continua de los Boletines, de modo que éstos satisfagan más adecuadamente las necesidades que usted tenga.

- 1 Título del Boletín:
- 2 ¿Dónde lo obtuvo?: Fecha
- 3 Su cargo o empleo:
- 4 Sus actividades son de: administración investigación enseñanza
 estudio extensión producción
 otra (explicar)
- 5 La presentación es: muy académica muy elemental adecuada
- 6 ¿Cree que el boletín debe llevar más información? ¿Cuál?:
- 7 ¿Cómo ha utilizado la información? (Marque su respuesta entre a y e, al comienzo de esta hoja.)
- 8 ¿Qué otros Boletines de Información Técnica tiene usted?:
- 9 ¿Cuáles le han sido más útiles?:
- 10 El precio de US\$ 1 por boletín le parece: alto adecuado
- 11 ¿Qué temas nuevos sugeriría usted?:
- 12 Otros comentarios:

NOTA: Si recibimos sus respuestas a las preguntas formuladas en el otro lado de esta hoja, le mantendremos informado sobre los nuevos Boletines de Información Técnica del CIP.

Por favor doble esta hoja dos veces de modo que tanto la dirección del CIP como la suya queden visibles. Pegue y despache por correo aéreo.

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Apartado 5969
Lima — Perú

Cable: CIPAPA—Lima
Télex: 25672 PE

— primer doblez —-----

Aéreo
Air Mail
Par Avion

Porte

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Departamento de Adiestramiento y Comunicaciones
Apartado 5969
Lima, Perú

— segundo doblez —-----

Remite:

Nombre
Entidad
Calle y número
(o Apartado)
Ciudad
País