

EL CARBÓN DE LA PAPA

Una enfermedad cuarentenaria en Chile¹

Hebert Torres M. Ing. Agr. M.S.²
Julio Kalazich B. Ing. Agr. Ph. D.³
Paulina Sepúlveda Ing. Agr. M.S.⁴
Horacio López. Ing. Agr. M.S.⁴
José S. Rojas R. Ing. Agr. Ph.D.³

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L) es afectada por más de 40 enfermedades fungosas. Entre las enfermedades fungosas originarias de suelo, el "Carbón de la papa", (*Thecaphora = Angiosorus solani*) es una de las más graves por su potencialidad de provocar serios daños al rendimiento y comercialización del tubérculo y por su presencia en pocos países del mundo, lo que la transforma en una enfermedad cuarentenaria en la mayoría de ellos.

En Chile, la enfermedad fue detectada por primera vez en la IV Región en la localidad de Vegas Sur - La Serena, en 1974 (Fajardo, 1975) y posteriormente en la VIII Región en la localidad de Coelemu - Chillán (Vera, 1975). En Febrero de 1997, la enfermedad fue detectada en localidades de Carahue y Puerto Saavedra en la IX Región, encontrándose actualmente en forma focalizada en ambas comunas. No obstante lo anterior, las provincias de Arauco en la VIII Región, y las Regiones IX, X, XI, y XII se encuentran actualmente declaradas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) como áreas libres de esta grave plaga, de acuerdo a la Resolución NQ 1663 del 3 de Junio de 1998. Los focos afectados se encuentran declarados en cuarentena, bajo las regulaciones establecidas por el SAG en la Resolución aludida anteriormente.

Todos los focos encontrados en el país han tenido su origen en el traslado de papa desde zonas infestadas a zonas libres. De ahí la importancia de evitar por todos los medios el traslado de tubérculos, sacos, maquinaria, y cualquier

¹Boletín Técnico N°247.Chile.1998

² Fitopatólogo Centro Internacional de la Papa (CIP), con licencia sabática en el Centro Regional de Investigación Remehue, INIA, Casilla 24- 0, Osorno, Chile.

³ Investigadores del Departamento de Producción Vegetal del Centro Regional de Investigación Remehue, INIA, Casilla 24 -0, Osorno, Chile.

⁴ Investigadores del Departamento de Producción Vegetal del Centro Regional La Platina, INIA, Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

elemento que podría contener esporas de este hongo hacia las zonas libres de la enfermedad.

El objetivo del presente Boletín Técnico es dar a conocer a los técnicos, estudiantes, profesionales y agricultores, principalmente los síntomas del Carbón de la Papa, además de su epidemiología y control, para así ayudar a evitar una mayor diseminación de la enfermedad.

La mayor parte de la información presentada en este Boletín Técnico, relacionada especialmente con sintomatología y control ha sido obtenida por el primer autor en el Centro Internacional de la Papa (CIP). Información complementaria ha sido obtenida por los otros autores en el proyecto Fondecyt N° 1960222-1996.

Importancia

En el Perú, Bazán de Segura y Quevedo (1955) reportaron que las pérdidas ocasionadas por el Carbón de la Papa, alcanzan hasta un 80% de los rendimientos. En Chile, en evaluaciones realizadas por los autores en La Serena en localidades infestadas (no publicado), el Carbón puede afectar hasta un 85 % de los tubérculos. Estas observaciones coinciden con las de los propios agricultores afectados quienes fueron entrevistados por los autores, reconociendo que las plantas afectadas por la enfermedad producen menos que las plantas sanas.

Otro de los factores de mayor importancia de esta enfermedad, es que los tubérculos afectados por tumores carbonosos cuando son usados como tubérculos semillas, constituyen la fuente principal de diseminación de la enfermedad. Sin embargo, la mayoría de los tumores que aparecen en la época de la cosecha son muy pequeños y no son notados y/o confundidos por los agricultores. Luego en la bodega, éstos se desarrollan en tumores carbonosos más grandes. Siendo la sintomatología, una de los aspectos más importantes de conocer para evitar usar semilla infectada, ésta es explicada en detalle en próximos capítulos.

Comité Editor: Giancarlo Bortolameolli S. Ing. Agr., Juan Carlos Dumont L. Ing. Agr. Ph. D., Enrique Siebald Sch. Ing. Agr., Rodrigo de la Barra A. Ing. Agr.

Editor: Giancarlo Bortolameolli S.

Boletín Técnico NQ 245

OSORNO, Mayo de 1998

Esta enfermedad es considerada en la mayoría de los países del mundo como cuarentenaria, poniéndose fuertes restricciones al ingreso de papa desde países o áreas (dentro de países) contaminadas, afectando con ello la comercialización del producto. De ahí la importancia de preservar las áreas denominadas libres, determinadas por el SAG.

Agente causal

La enfermedad es causada por el hongo que inicialmente fue identificado por Barrus (1944), como *Thecaphora solani* pero, posteriormente O'Brien y Thirumalachar (1972), basado en que Barrus no publicó en latín la descripción de *T. solani* propusieron *Angiosorus*, como un nuevo género y al hongo lo identificaron como *A. solani*.⁵

El hongo se caracteriza porque tiene una bolsa de esporas multicelulares (de 2 a 8), de color marrón oscuro, cuya superficie externa tiene una capa delgada ligeramente verrucosa. La masa de esporas que se encuentra en cavidades locales dentro del tejido del hospedante, tiene un aspecto pulverulento de color marrón oscuro. No se ha detectado la presencia de razas fisiológicas del hongo.

Distribución

Barrus y Muller (1943) reportaron por primera vez la enfermedad como "Andean disease" (enfermedad de Los Andes) , quienes en 1939, la observaron en las montañas de Venezuela. Posteriormente en 1944, Barrus (1944), identificó al agente causal como *Thecaphora solani* En el Perú la enfermedad se la conoce desde 1954; sin embargo, desde 1928 fue confundida con la "sarna polvorienta" o llamada también "roña" (*Spongospora subterranea*) y la verruga (*Synchytrium endobioticum*) (Abbot, 1928).

En la actualidad, la enfermedad está reportada en México, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (C.M.I., 1967 y Hooker, 1981). En Chile, está presente en las regiones IV, V y en focos localizados de las comunas de Coelemu y Cobquecura en la VIII región, y en predios cuarentenados de las comunas de Carahue y Puerto Saavedra en la IX región.

⁵ La diferencia entre los géneros *Thecaphora* y *Angiosorus* está en que el primero tiene la bolsa de esporas multicelulares, cuyas esporas no se pueden separar (se rompen al tratar de separarlas) porque están unidas por una misma pared celular, mientras que en el segundo, al presionar la bolsa de esporas, se liberan las esporas porque no están unidas por una misma pared.

Síntomas

Las plantas de papa afectadas por la enfermedad, se caracterizan por mostrar hipertrofias o tumores carbonosos en tallos, estolones y tubérculos. Los tumores muestran externamente una superficie irregular con hendiduras profundas y cuando se parten por la mitad se observan cavidades a manera de estrías donde se encuentran las soras o bolsas que contienen las esporas de un color marrón oscuro. La enfermedad no presenta síntomas en el follaje, ni en el sistema radical.

Síntomas en los tallos

En los tallos, las hipertrofias o tumores carbonosos están localizados en los tejidos ubicados en la parte inferior que se encuentra bajo el suelo. Inicialmente se presentan como pequeños levantamientos de aproximadamente 2 mm de diámetro, los cuales se desarrollan sobre la superficie del tallo. Ocasionalmente se ha observado el desarrollo de un tumor en el interior del tejido del tallo y que emerge hacia el exterior rompiendo la epidermis de éste.

Los tumores carbonosos en los tallos generalmente son más grandes, que aquellos que desarrollan en estolones y tubérculos. Si la infección se produce en los primeros estados de desarrollo de la planta, los tumores carbonosos pueden alcanzar más de 10 cms. de diámetro y abarcar toda la extensión del tallo. Cuando esto ocurre, los estolones, además de no tener espacio para desarrollarse normalmente, se infectan y los rendimientos se reducen.

Síntomas en tubérculos

Los tumores carbonosos en los tubérculos, se presentan cubriendo una buena porción de la superficie de los tubérculos, o se muestran como crecimientos secundarios unidos a los tubérculos sólo por una porción de tejido. Estos tumores en la forma de crecimientos secundarios son muchas veces utilizados como semillas por los agricultores, cortándolos del tubérculo principal. Lo anterior lo pudieron comprobar los propios autores, en prospecciones realizadas en predios infectados en La Serena, IV Región. Además de estos síntomas, según Torres (1979) ocurren otros en forma de pequeños levantamientos que se desarrollan en la superficie de los tubérculos, los que se presentan aparentemente en unas variedades de papa más que en otras.

Estos levantamientos, algunas veces son confundidos con los síntomas causados por el nemátodo del nudo (*Meloidogyne incógnita*), sin embargo, aunque se ha encontrado asociado con este nemátodo en la costa de Perú y en La Serena (IV Región, Chile), también se ha encontrado a altitudes de 3.500 mts. en el Perú, donde precisamente, este nemátodo no prospera. Al partir por la mitad un tubérculo con síntomas de levantamiento, en la parte basal correspondiente al tejido interno del levantamiento partido, se observa pequeñas áreas de tejido

necrótico. En preparaciones realizadas de porciones pequeñas de este tejido colocadas en un portaobjeto, se puede observar con ayuda del microscopio, el micelio y las esporas en formación del hongo.

Cuando los tubérculos afectados con síntomas de levantamientos se guardan en las bodegas para ser utilizados como tubérculos semilla en la próxima campaña, después de tres meses de almacenados, los levantamientos se muestran como lesiones hundidas y suberizadas. Este tipo de síntoma, puede pasar inadvertido para el observador común; sin embargo, cuando los tubérculos rompen la dormancia, aparentemente también se inicia el desarrollo de las hipertrofias características de la enfermedad, las cuales pueden observarse localizadas en el ápice de los brotes, cerca de éstos o en la superficie de los tubérculos.

Diseminación de la enfermedad

Históricamente, la mayoría de las enfermedades que afectan a las plantas cultivadas, han sido diseminadas por el hombre. En el caso del Carbón de la Papa, la diseminación de la enfermedad en Chile, ha ocurrido especialmente por el traslado de tubérculos semillas infectados (producidos en campos infestados), hacia zonas libres de la enfermedad. Este movimiento de tubérculos generalmente es realizado por agricultores o comerciantes, ya sea por desconocimiento de la enfermedad y su gravedad, por desconocimiento de síntomas, o en conocimiento de ella, pero burlando las reglas establecidas por la autoridad para enfermedades cuarentenarias como ésta.

Otras formas de diseminación de la enfermedad ocurre por el traslado de residuos de suelo infestado, cuando se utiliza maquinaria en campos infestados y luego se trabaja en áreas libres, o en sacos u otro tipo de envases utilizados con papa infectada y reutilizados en áreas libres. El agua del riego y en menor grado el viento, pueden diseminar las esporas del hongo. Incluso, la diseminación puede ocurrir a través del hombre transportando tierra con esporas del hongo adheridas a los zapatos.

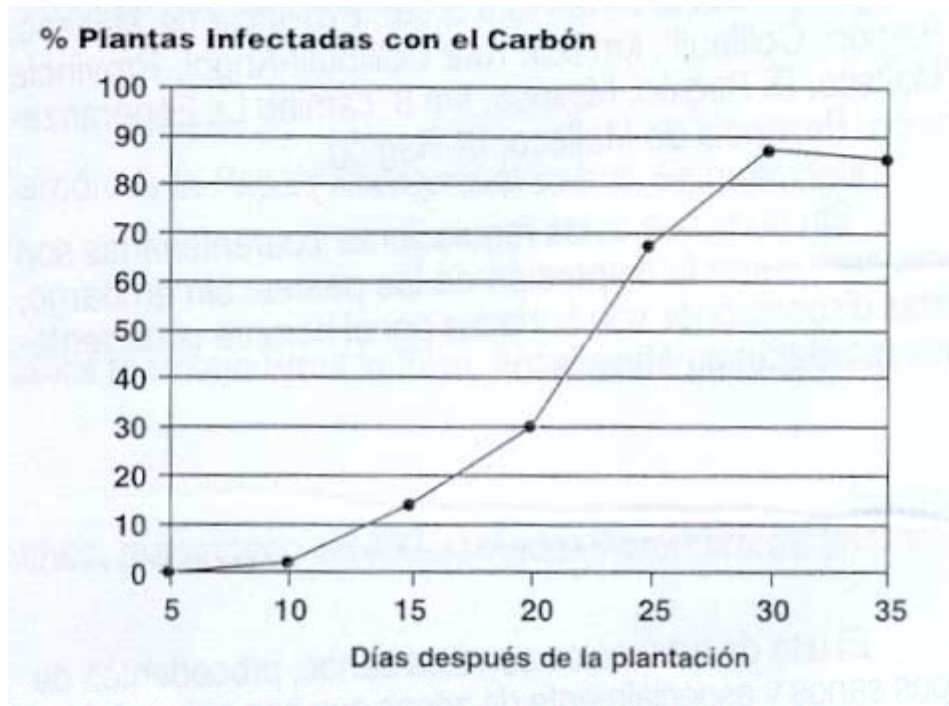
Para evitar la diseminación de la enfermedad, no debe utilizarse tubérculos-semillas o parte de ellos provenientes de suelos infestados para obtener un nuevo cultivo de papa, ni en el mismo predio ni transportarlos a distancia. Así mismo se debe evitar el transporte de papa en sacos usados, y el transporte de herramientas si éstas han sido utilizadas en campos infestados. Los criterios anteriores deben observarse siempre, cobrando especial gravedad cuando esto ocurre hacia zonas libres y muy especialmente hacia las zonas productoras de semillas del país: Provincia de Arauco en la VIII Región, y Regiones IX, X, XI y XII.

Hospedantes

Diversas especies de *Solanum* son hospedantes del patógeno, así como también malezas como *Datura stramonium*, que crecen en los campos de papa. En el caso de *Datura*, los tumores carbonosos se presentan a la altura del cuello de la raíz de la planta.

Epidemiología

El hongo se mantiene viable en el suelo por más de 7 años. La infección se inicia en los primeros estados de desarrollo de las plantas de papa. De acuerdo a Torres (datos no publicados), en un experimento realizado en condiciones de invernadero, la infección se inició a partir de los 10 días después de la plantación, las plantas afectadas estuvieron en un 2% y a los 30 días, alcanzó hasta un 87% aproximadamente, como se puede ver en la Figura 1.



En el caso de Perú, la enfermedad se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 3.800 metros de altitud, en una diversidad de suelos y climas. En relación a la temperatura ambiental, no hay información precisa; en observaciones realizadas por los autores se ha podido comprobar que tubérculos semillas infectados y guardados en bodega, aún en invierno, han experimentado un desarrollo de síntomas, produciendo tumores carbonosos de diferente tamaño.

Control

Legal

Las regulaciones fitosanitarias impuestas por los países tienen por objetivo impedir el ingreso de enfermedades y plagas al territorio nacional. También existen regulaciones para evitar la diseminación de éstas a otras zonas del propio territorio nacional. En Chile, el organismo encargado de esta importante labor es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), perteneciente al Ministerio de Agricultura. Este Servicio, en el caso del Carbón de la Papa, ha dictado varias resoluciones, la última de las cuales es la NQ 1663 del 3 de Junio de 1998, que refunde y/o deja sin efecto resoluciones anteriores. Esta resolución establece área libre de *Angiosorus solani* y regulaciones cuarentenarias para la producción y comercialización de papa en el área libre. Para evitar el transporte de papa afectada por Carbón de la Papa y otras pestes como la Marchitez Bacteriana de la Papa y los Nemátodos Dorado y Blanco de la Papa, el SAG ha establecido entre otras medidas, barreras para el control del transporte terrestre. La primera barrera y más importante está en el Río Maule, VII Región, al sur de la cual no se puede transportar papa. Otras barreras están ubicadas en Laraquete, Ruta 160, Provincia de Arauco, VIII Región; Renaico, km. 37, Ruta 180, Provincia de Arauco, VIII Región; Victoria en la Ruta 5 sur, Provincia de Malleco, o IX Región; Collipulli, km. 0.5, ruta Collipulli-Angol, Provincia de Malleco, IX Región; Mininco, km. 8, camino La Esperanza Mininco, Provincia de Malleco, IX Región.

Sin duda que estas regulaciones cuarentenarias son claves para evitar la dispersión de las pestes; sin embargo, si estas disposiciones son burladas por el hombre conscientemente, perderán su eficacia.

Cultural

El uso de tubérculos semillas sanos, procedentes de campos sanos y especialmente de zonas que han sido establecidas por ley en el país para la producción de semilla de papa, es un factor clave para el control de la enfermedad y así evitar su diseminación a zonas libres. Las únicas zonas del país autorizadas para producir semilla de papa son las provincias de Arauco en la VIII Región, la provincia de Cautín en la IX Región, la X, XI y XII Regiones.

La rotación de cultivos generalmente reduce la población de inóculo que se encuentra en el suelo. En el caso del Carbón, no se conoce con exactitud hasta cuanto tiempo permanece viable el patógeno en el suelo, pero se ha determinado que permanece viable por al menos siete años; por lo tanto sólo las rotaciones largas, reducirán en cierta medida el inóculo del suelo. El monocultivo estimula el incremento y propagación del hongo. Desafortunadamente, esta es una práctica común de los productores de papa de La Serena, área donde la enfermedad se encuentra ampliamente distribuida.

Genético

El control genético de ésta y otras enfermedades a través del uso de variedades resistentes es el método de control más eficaz y económico en el largo plazo. Un ejemplo de ello se obtuvo en Perú, donde luego de evaluarse la colección mundial de papa del Banco de Germoplasma del CIP, se identificó entre otras a la variedad "Revolución", como altamente resistente a esta enfermedad (Torres y Martín, 1986 y Zachmann y Baumann, 1975).

Sin embargo, las variedades de papa con resistencia que son buenas para Perú, como es el caso de Revolución, por su adaptación, sus características agronómicas y de mercado, no son aptas para otros lugares como Chile, pero pueden ser utilizados como progenitores para la obtención de variedades resistentes. Sin embargo, este es un trabajo de largo plazo, por lo que en el plazo inmediato hay que trabajar con las otras medidas de control.

Químico

Los suelos infestados por el hongo pueden ser controlados mediante el uso de fumigantes. Torres y Henfling (1984), determinaron que los fumigantes Bromuro de Metilo y Basamid, controlaron la enfermedad al ser aplicados en parcelas cuyos suelos estaban naturalmente infestados. Sin embargo, el tratamiento de los suelos con estos fumigantes es de alto costo y por otra parte, productos como el Bromuro de Metilo, son altamente tóxicos. Es necesario investigar nuevos productos, que puedan resultar eficaces y menos tóxicos con los cuales se podría aún erradicar la enfermedad.

Control Integrado

Ningún método de control aplicado en forma separada, controla eficientemente la enfermedad. Por esta razón, se recomienda utilizar el control integrado, que no es más que el uso adecuado y oportuno de todos los métodos de control conocidos y que ya se han esbozado en los puntos anteriores.

Además, se debe agregar a ello la capacitación de todos los agentes que intervienen en la cadena productiva de la papa, desde productores a agentes de extensión, vendedores de agroquímicos, transportistas y comerciantes de papa, con la finalidad de evitar la enfermedad y de esta manera mantener el patrimonio sanitario de la Zona Sur del país.

Literatura citada

- Barrus M.F. and A.S. Muller. 1943. An Andean disease of potato tubers. *Phytopath.* 33: 1086-1089.
- Barrus M.F. 1944. A *Thecaphora* Smuton Potatoes. *Phytopath.* 34:712-714.
- Bazán de Segura, C. and A. Quevedo. 1955. The Andean disease of potato tubers in the Peruvian coast area. *Plant Dis. Repr.* 39:477.
- Commonwealth Mycological Institute. 1967. Distribution Map of Plant Diseases. Map NQ 214, Ed. 2. Fajardo Lelia. 1975. El Carbón de la papa (*Thecaphora solani* Bar.), una nueva enfermedad fungosa para Chile. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas NQ 10. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. P 27.
- Hooker W.J. 1981. Compendium of Potato Diseases. Published by the American Phytopathological Society. 125 p.
- O'Brien M. J. and M. J. Thirumalachar. 1972. The Identity of the Potato Smut. *Sydowia Annal. Mycol. Ser.* 2, Vol. XXVI, 199-203.
- Torres H. 1979. Carbón de la papa (*Thecaphora solani* Bar.) en Banco de Germoplasma de papa. *Fitopatología* 14: 15-22.
- Torres H. and J. Henfling. 1984. Control químico del Carbón de la Papa (*Thecaphora solani*). *Fitopatología* 19:1-7.
- Torres H. and C. Martin. 1986. Field Screening for resistance to Potato Smut in Perú. *American. Potato Journal.* 63: 559 -562.
- Vera A. 1975. Carbón de la papa (*Thecaphora solani*). Resumen, presentado en XXI Jornadas Agronómicas en Chillán.
- Zachmann A. and D. Baumann. 1975. *Thecaphora solani* on potatoes in Perú: Present distribution and varietal resistance. *Plant. Dis. Repr.* 59: 928-931.