

EL CARBÓN DE LA PAPA

Causada por el hongo *Thecaphora solani* B, es una de las enfermedades más complejas y severas que afectan a la papa, pudiendo afectar al cultivo hasta en un 90%, tanto en la productividad como en la calidad.

Gastón Muñoz V.
Bioquímico, Dr.
gmunoz@inia.cl

Orlando Andrade V.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

INIA Carillanca

El carbón de la papa es una de las enfermedades más complejas y severas que afectan a este cultivo. Es causada por el hongo *Thecaphora solani* B, se transmite por semilla y sus esporas pueden persistir por ocho o más años en el suelo, pudiendo afectar al cultivo hasta en un 90%, tanto en la productividad como en la calidad. La enfermedad se ha descrito en al menos siete países del área andina de Sudamérica y en México. En Chile fue detectada por el Servicio Agrícola y Ganadero en 1975, en La Serena, y actualmente se encuentra en las regiones I, IV, VI, VIII y IX. En Estados Unidos y Europa, el carbón de la papa es considerado un grave riesgo para el cultivo y la European Plant Protection Organization la señala como enfermedad cuarentenaria.

Su detección en la región de La Araucanía en 1997 puso en seria amenaza al cultivo, particularmente en lo que respecta a producción de semilla. Ante la gravedad de este hecho y dada la falta de co-



Foto 1. Planta de papa con agallas del carbón (indicadas con flechas).

nocimientos básicos sobre la biología y epidemiología del agente causal de la enfermedad, el INIA desarrolló entre los años 2001 y 2005 un proyecto de investigación financiado por un Fondo SAG. Este fue ejecutado por los centros de investigación Carillanca y La Platina, y las empresas asociadas BIOSONDA S.A. y Aventis CropScience (hoy Bayer CropScience S.A.). Las actividades se realizaron en las regiones IV y IX. Los principales objetivos fueron desarrollar estrategias que permitieran la erradicación de la enfermedad desde las áreas cuarentenadas del sur del país y su control integrado en las áreas endémicas del norte.

Sintomatología y diagnóstico

Los síntomas sólo se detectan en la época de cosecha y se caracterizan por el desarrollo de tumores o agallas en brotes, tallos subterráneos, estolones y tubérculos (fotos 1 y 3a). En el interior de las agallas se aprecia un tejido con profusas áreas con estrías y puntos de color café oscuro a negro de apariencia carbonosa, que corresponden a las estructuras que contienen las esporas del hongo y de donde deriva el nombre de la enfermedad (foto 2). El hecho que no se desarrollen síntomas foliares dificulta un diagnóstico temprano. La detección de la enfermedad se complica aún más por la presencia en tubérculos de tumores muy pequeños (1 mm o menos), que pasan inadvertidos en las prospec-

ciones y controles fitosanitarios (foto 3a).

Una forma de identificar la enfermedad en estados tempranos de desarrollo es realizando un corte en los tumores incipientes, donde se aprecian halos de tejido necrótico con algunos puntos café oscuros en el centro (foto 3b).

Hasta la ejecución de este proyecto, el diagnóstico visual era la única forma de detectar la presencia de la enfermedad en plantas y tubérculos, con las complicaciones antes expuestas. Sin embargo, en el año 2004 INIA Carillanca desarrolló un método de diagnóstico del patógeno, el cual es hasta ahora el único disponible a nivel mundial. El método se basa en la amplificación, mediante PCR, de una secuencia de ADN propia del hongo, lo cual permite detectar su presencia en los suelos. Esta herramienta analítica tiene, además, la posibilidad de ser adaptada para utilizarla en muestras de plantas y tubérculos, y modificada para aplicarla en plataformas analíticas de última generación que permiti-



Foto 2. Agalla de carbón partida mostrando las esporas en su interior.

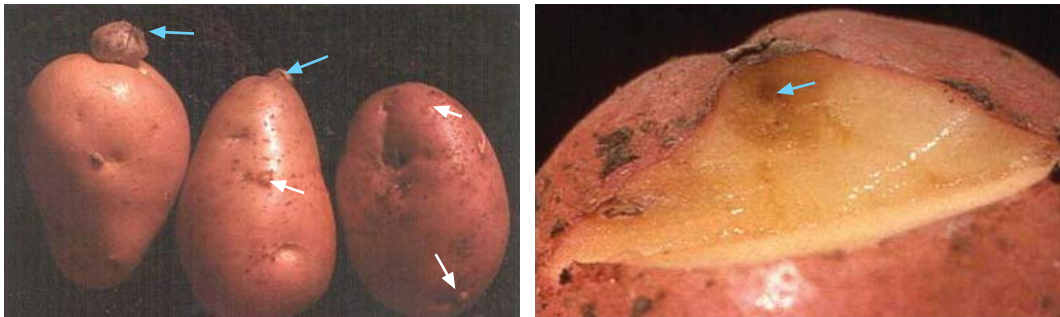


Foto 3. Las flechas celestes indican agallas de considerable tamaño, y las flechas blancas aquellas incipientes, difíciles de detectar. A la derecha se aprecia el corte transversal de una agalla incipiente, evidenciando un bulbo necrótico café bajo ella. La flecha indica zonas con formación inicial de esporas.

rían cuantificar la carga del patógeno. Esto último daría la posibilidad de predecir con mayor certeza el potencial de desarrollo de la enfermedad. Esta metodología se encuentra en proceso de protección intelectual, para patentarla en Chile y ha sido transferida al SAG para su implementación.

Un aspecto preocupante fue la detección del agente causal en plantas de papa asintomáticas (sin síntomas evidentes), así como la transmisión de la enfermedad desde tubérculos aparentemente sanos provenientes de plantas desarrolladas a partir de tubérculos infectados. Es así como la posibilidad de diseminación a otras áreas protegidas es muy alta, con el consiguiente riesgo de introducirla a zonas libres de la enfermedad.

Efectos sobre la productividad

Los tubérculos de categoría consumo son los que principalmente se ven afectados. La enfermedad se desarrolla al sembrar tubércu-

los sanos en suelo infectados, como ocurre en la zona norte, y también por la siembra de tubérculos infectados en suelo sano, lo que sería la situación en la zona sur. Se ha podido determinar que al sembrar tubérculos sanos en suelo infestado se aprecian pérdidas de hasta un 35% en la zona norte y 53% en la zona sur. Al utilizar tubérculos infectados en suelo sano, las pérdidas se incrementan hasta un 75% en la zona sur.

Transmisión de la enfermedad

La principal vía de transmisión del carbón de la papa es por los tubérculos semilla. Una vez producidas las agallas, éstas —por descomposición o ruptura— pueden liberar las esporas al ambiente, contaminando los suelos. Los tubérculos infectados generan plantas enfermas, las cuales se incrementan en un segundo ciclo.

Tal como se señaló, en estos estudios se constató la existencia de tubérculos y plantas asintomáticas. Es decir, portan el pa-

tógeno pero no generan enfermedad o síntomas visibles en un primer ciclo, pero sí en un segundo ciclo. Por lo tanto, para evitar la contaminación de nuevos suelos y detener el avance de esta compleja enfermedad es vital usar semilla sana, certificada o cuyo origen sea una zona libre de la enfermedad.

Todos los elementos que entren en contacto con suelo infestado, tales como maquinaria e implementos agrícolas, sacos usados, animales e incluso los trabajadores, son diseminadores potenciales de la enfermedad. Esto exige tomar las medidas asociadas a una cuidadosa limpieza sanitaria. En este sentido, todo el material que entre en contacto con suelo infestado (ruedas, implementos agrícolas, herramientas, botas y calzado de trabajo) debe ser prolijamente lavado con una solución desinfectante (folmaldehído, hipoclorito de sodio, ácido peracético, peróxido de hidrógeno, etc.) contenida en bombas de espalda o bombas a presión, idealmente en un área destinada a esta práctica,

La principal vía de transmisión del carbón de la papa es por los tubérculos semilla. Por lo tanto, es vital usar semilla sana, certificada o cuyo origen sea una zona libre de la enfermedad.

además de pediluvios a la entrada y salida de potreros y rodaluvios en el ingreso a los predios. Nunca se debe emplear sacos usados, recomendándose incinerar aquellos que puedan haber estado en contacto con suelo o tubérculos provenientes de suelos infestados. En el caso de animales menores y mayores, se debe evitar que deambulen por potreros infestados, así como cuarentenar aquellos animales mayores que provienen de otros predios potencialmente infestados, desinfectando sus patas.

Asimismo, de particular relevancia fue el hecho de encontrar el hongo infectando otras especies de la misma familia de la papa (solanáceas), tanto en malezas (chamico y tomatillo), como en especies cultivadas (tomate). En estas plantas, las agallas —aunque similares en aspecto a las observadas en papas— son de menor tamaño y número (foto 4). Por lo tanto, el control adecuado de dichas male-

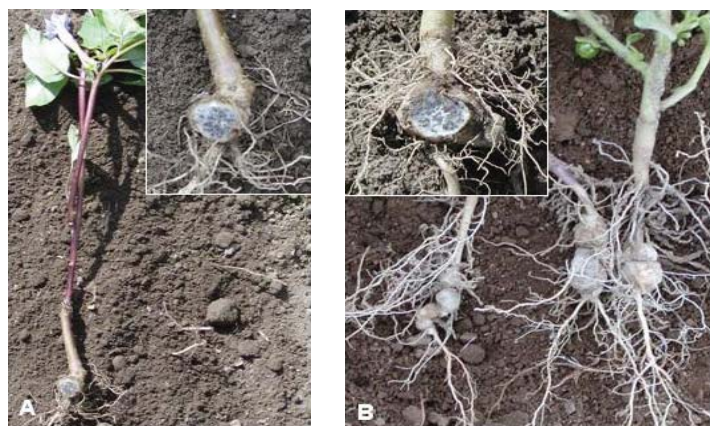


Foto 4. Síntomas del carbón en distintos hospederos. A la izquierda, en chamico. A la derecha, en tomatillo. En los recuadros se muestran cortes de las agallas donde se aprecian las esporas.

zas, tanto en las rotaciones como en predios cuarentenados, es muy importante para evitar que se mantenga y/o aumente la enfermedad en los suelos.

Prevención y reducción del daño

Se han identificado al menos cinco vías mediante las cuales es posible evitar o reducir el desarrollo de la enfermedad. De menor a mayor impacto, éstas son:

- Prácticas culturales tendientes a evitar la contaminación de suelos sanos, como limpieza de maquinarias e implementos agrícolas, control de ingreso y tránsito de animales.
- Rotación de cultivos y control de malezas hospederas.
- Control químico.
- Uso de tubérculo sanos, certificados o legales.

- Uso de variedades resistentes. Las rotaciones debieran contemplar al menos cinco años entre cultivos de papa. En zonas endémicas (alta infestación), dada la capacidad de las esporas del hongo de sobrevivir por largos períodos, este plazo debiera ser aún mayor.

En cuanto al control químico, algunos desinfectantes de semilla como flutriafol (Vincit Flo), fencubonazole (Indar Flo) y benomilo (Benlate) demostraron una significativa reducción (70-90%) en la producción de agallas. Esto debería disminuir el impacto de la enfermedad al reducir la infestación de los suelos, lo cual es de gran relevancia al considerar que se ha determinado que 1 hectárea de papas infectadas puede producir sobre 2 toneladas de agallas. Por otro lado, los esterilizantes de suelo, como dazomet (Basamid G), aplicado a suelos altamente infestados, redujeron prácticamente en un 100% la expresión de la en-

fermedad. Sin embargo, el alto costo de estos tratamientos constituye un freno para su aplicación práctica.

Sin duda que el uso de variedades resistentes representa la solución definitiva al problema del carbón de la papa. Durante el desarrollo del proyecto se confirmó que la variedad Mirka es menos susceptible a la enfermedad, así como los clones originados de cruzamientos en los que esta variedad era uno de los progenitores. Las evaluaciones posteriores de las características agronómicas y productivas de estos clones permitirán transformarlos en variedades comerciales.

Otra información importante derivada de estos estudios fue la aparentemente alta resistencia de la variedad Asterix. La introducción de este carácter a otras variedades comerciales de papa no es un trabajo fácil dada las complicaciones genéticas de cultivo, requiriéndose una significativa inversión de recursos materiales, humanos y tiempo para alcanzar este objetivo.

Finalmente, cabe destacar que a nivel mundial, alrededor del 95% de la información actual sobre esta enfermedad fue obtenida durante los cuatro años de desarrollo de este proyecto. Esta información, más la escasamente disponible hasta el año 2004, fue recopilada en un libro que resulta ser, a la fecha, el compendio más completo sobre este tema.