



CAPÍTULO II

## BIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD

**Claudio Sandoval Briones**  
Master of Science, Doctor  
Universidad de Talca / Semillas Antufen

**Fernanda Nuñez Abarca**  
Ingeniero Agrónomo, Magister en Ciencias Agrarias  
Consultor Privado



## **2.1 Tizón temprano**

### **2.1.1 Agente causal**

*Alternaria solani* corresponde a un hongo patógeno, que afecta principalmente a especies de la familia de las solanáceas entre las cuales se encuentra el tomate, la berenjena y la papa. Este patógeno, pertenece al Reino Fungi, al Phylum Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, familia Dematiaceae, género *Alternaria* y especie *solani*.

Este hongo infecta inicialmente al follaje de planta, apareciendo en hojas basales llegando a estas desde el suelo. También puede eventualmente infectar tallos y frutos, si bien estos órganos no son en los que aparecen los primeros síntomas.

### **2.1.2 Ciclo de vida**

El hongo es capaz de sobrevivir en el suelo, asociado a materia orgánica y restos de cultivos enfermos ya sea como micelio o esporas. También se puede mantener en otras solanáceas y malezas como hospederos alternativos. Desde aquí, las esporas son capaces de diseminarse a grandes distancias a través del viento.

Durante las etapas tempranas de desarrollo del cultivo se produce una infección primaria en el follaje más viejo, en tanto que el tejido joven, no presenta síntomas. La mayor diseminación de la enfermedad de manera secundaria (desde tejido inicialmente infectado a hojas más nuevas) se presenta después de la floración, cuando existe una mayor presión inóculo. Las condiciones ambientales óptimas para que esto ocurra, es la alternancia de condiciones húmedas y secas. Así, mañanas con abundante rocío, seguidas de temperaturas altas y humedad relativa baja son óptimas para la esporulación del patógeno y su diseminación.

### **2.1.3 Factores predisponentes**

Dentro de los factores favorables para el desarrollo de esta enfermedad se encuentran las temperaturas entre 24 y 30°C y una humedad relativa sobre el 90%. Las gotas de lluvia o rocío favorecen al agente causal de esta patología para que sus esporas puedan germinar rápidamente logrando penetrar por aperturas naturales (estomas) o directamente por la cutícula. Las plantas con mayor susceptibilidad son aquellas que bajo una condición de estrés presentan una mayor proporción de tejido envejecido o senescente. Es el caso de cultivos con fertilización deficiente, particularmente nitrógeno, alta carga frutal o con problemas de salinidad son más susceptibles a esta enfermedad. La diseminación de las conidias de *Alternaria solani* ocurre principalmente por el viento y por el efecto de salpicadura de agua producida por lluvia. A su vez es posible que también se disemine por semillas y almácigos infectados.

#### 2.1.4 Rango de Hospederos

La enfermedad ocasionada por el agente causal *Alternaria solani* conocida como tizón temprano en papa, tomate, pimentón, berenjena y otras solanáceas. De esta forma el rango de hospederos del agente causal de esta enfermedad se limita a especies solanáceas.

#### 2.1.5 Sintomatología

Este hongo se caracteriza por atacar toda la parte aérea de la planta, en todas las fases de crecimiento del cultivo. En plantas jóvenes presenta alteraciones extensas y de color negro en el tallo pudiendo provocar su muerte por marchitamiento. Lo anterior al producir un anillamiento que corta el flujo de agua y nutrientes a través de los haces vasculares. Se asocia en algunos casos en almaciguera al complejo de hongos asociado a caída de plántulas o damping off. En plantas adultas por otra parte, produce manchas foliares de color pardo a negro las que se caracterizan por presentar anillos concéntricos en muchos casos, y un halo amarillo alrededor. Estas lesiones se presentan inicialmente en las hojas maduras que se encuentran en la parte baja de la planta. Posteriormente, si las condiciones ambientales se mantienen favorables para el desarrollo de la enfermedad, estos síntomas se observarán en hojas más nuevas (Foto 2.1).



Foto 2.1: Lesiones en hoja de tomate industrial causada por *Alternaria solani*.

## 2.2 Cancro del tallo y pudrición negra

### 2.2.1 Agente causal

El agente causal de esta patología corresponde a *Alternaria alternata*, la que se clasifica taxonómicamente dentro de la clase de hongos imperfectos, orden Hyphomycetes y familia Dematiaceae. Este patógeno afecta tanto tallos, como también fruta inmadura como madura, que muestran alguna alteración fisiológica ("blossom end rot" o pudrición calicinal) o daños como golpe de sol, deficiencia de nutrientes. Esta condición determina una mayor susceptibilidad al ataque del hongo producto de la presencia de heridas o tejido dañado. Es un patógeno que se caracteriza por su capacidad de sobrevivir durante un año en restos de plantas enfermas, en las cubiertas de las semillas y en diversas especies de malezas, las cuales pueden ser hospederas del hongo sin manifestar síntomas, por lo cual pasan a ser un importante foco de infección. En cuanto a su morfología, *Alternaria alternata* se caracteriza por presentar un micelio oscuro, el cual, en los tejidos adultos produce conidióforos que dan origen a conidios, los cuales son grandes, alargados y de coloración oscura (Foto 2.2).

### 2.2.2 Ciclo de vida

*Alternaria alternata* afecta a sus hospederos mediante la toxina-AL que ataca solamente a ciertas especies, como por ejemplo el tomate, ocasionando necrosis y muerte de tejidos. El daño se asocia principalmente a frutos dañados u hojas senescentes. Las conidias o esporas del hongo se diseminan mediante viento y salpicaduras de agua lluvia. El hongo infecta a la planta a través de heridas provocadas por factores abióticos (pudrición calicinal, golpe de sol), o daño mecánico ocasionado por insectos o labores culturales. También tiene la capacidad de infectar de forma directa a través de la epidermis.



Foto2.2. Conidias de *Alternaria alternata* observada bajo microscopía óptica. Laboratorio de Sanidad Vegetal, Universidad de Talca.

### 2.2.3 Factores predisponentes

*Alternaria alternata* es un hongo principalmente saprofito, es decir, se desarrolla preferentemente sobre tejidos vegetales muertos o en proceso de descomposición y en algunos casos sobre tejidos viejos o senescentes, como hojas y pétalos viejos y frutos maduros. Sin embargo, bajo ciertas condiciones puede transformarse en patógeno. Esto ocurre en plantas sometidas a condiciones de estrés ambiental, deficiencias nutricionales, crecimiento lento y senescencia. Las condiciones climáticas que favorecen su desarrollo son temperaturas que oscilan entre 10 y 35°C siendo su óptimo 25°C y humedades relativas por sobre un 90% o agua libre sobre la planta.

Su diseminación es por corrientes de aire, estando sus esporas presentes en el aire y polvo en todas partes. De esta forma el riesgo de infección está siempre presente. Adicionalmente este hongo puede infectar tejidos vegetales previamente dañados por otros patógenos. Es el caso por ejemplo de frutos colonizados inicialmente por *Botrytis cinerea*, agente causal de pudrición gris. Así en muchos casos es posible observar en frutos de tomate, pudriciones en que se observa presencia de ambos patógenos. *Alternaria alternata* puede mantenerse a lo largo del tiempo en forma de micelios en los restos de las plantas que ya han sido infectadas y/o en forma de esporas o micelios en la superficie de semillas.

### 2.2.4 Rango de Hospederos

*Alternaria alternata* es un hongo que puede afectar a varias especies pertenecientes a variadas familias botánicas. Así se describen más de 380 especies vegetales que pueden ser infectadas por este patógeno ocasionando ya sea manchas foliares o pudrición de frutos.

Dentro del rango de hospederos se encuentran diversos cultivos frutales (manzano, cítricos) y hortalizas al aire libre entre ellos el tomate, al cual afecta en el campo y en postcosecha. Particularmente en tomate destinado a producción de pasta constituye un problema de importancia económica ya que puede ocasionar importantes pérdidas en calidad y rendimiento.

### 2.2.5 Sintomatología

La sintomatología característica que produce este patógeno son lesiones irregulares de color café en las hojas, que termina secándolas, principalmente en la zona basal de la planta. También es posible observar desarrollo de canchros a nivel de tallos los que son de color grisáceo y de aspecto seco. Dependiendo de la intensidad de la infección en algunos casos estas lesiones pueden comprometer los haces vasculares, ocasionando marchitamiento o desecación de la planta. Sin embargo, el principal daño se asocia a la pudrición que puede ocasionar a los frutos, tanto en condiciones de campo como en su almacenamiento, donde se produce el mayor impacto desde el punto de vista de reducción del rendimiento y calidad de la producción. En los frutos se observan lesiones, especialmente en la parte superior, debido al depósito del rocío, el cual es favorable para el

desarrollo del hongo, absorbiendo éste los nutrientes secretados por el fruto. La pudrición es seca, la mayoría de las veces de color café negruzca, penetrando profundamente. Esto puede variar dependiendo si se encuentra asociada a otros patógenos. La zona dañada se recubre de conidias de color verde oliva a negro. Es frecuente que las lesiones se originen en zonas que han sufrido daño por golpe de sol, insectos o muerte de tejido asociado a pudrición calicinal por falta de calcio. Estas pudriciones en los frutos son la principal causa de rechazo de los tomates destinados a la agroindustria (Foto 2.2).



Foto 2.2: Lesión en fruto de tomate industrial causada por *Alternaria alternata*.

### **2.3 Importancia para la industria de tomate procesado de la Región del Maule.**

La pasta de tomate es uno de los principales productos hortofrutícolas exportado por Chile. El 2012 se exportaron sobre las 100.000 toneladas de pasta de tomate y el 70% de los tomates utilizados para su producción fueron cultivados en esta región. Hasta un 15% de los tomates se pierde en el campo debido a la pudrición por *Alternaria alternata*, un hongo muy polífago que encuentra un ambiente favorable en las zonas productoras. Además, la presencia de lesiones por la infección del hongo es la principal causa de rechazo en la agroindustria y de descuento a los agricultores por defectos de calidad. El nivel de pudrición de la materia prima se refleja en la pasta, existiendo límites de tolerancia en las normas sanitarias de los países de destino. El control se realiza mediante un calendario de aplicaciones de fungicidas; pudiendo no coincidir con las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del hongo, quedando el cultivo desprotegido. Aún bajo control químico las pérdidas pueden variar de 19 a 50 mil toneladas por temporada lo que implica mermas del orden de 2 a 4 millones de dólares. Además, en la experiencia de las procesadoras el descuento aplicado al productor por defectos de calidad bordea 4% y al menos la mitad se debe a pudrición por *A. alternata*. Este problema se incrementa hacia fines de la temporada o después de lluvias en cosecha provocando un aumento en el número de camiones rechazados en planta. Así productores de áreas con mayor riesgo climático son severamente afectados.

## Literatura consultada

- Agrios, G. 1996. Fitopatología. 2° Edición. Editorial Limusa. México. 838 p.
- Agrios, G. 2007. Fitopatología. Guzmán, M. 2 ed. México. Limusa. Pag 838 p.
- Apablaza, G. 1999. Patología de cultivos, epidemiología y control holístico. 1 ed. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 347 p.
- Blancard, D.; H. Laterrot.; G. Marchoux.; T. y T. Candresse. 2011. Enfermedades del tomate. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 67 p.
- Bruna, A. 2006. Enfermedades del tomate en Chile, estrategias de manejo integrado. En: Saavedra, G. y González, M. Producción para Tomate para Procesamiento. Serie Actas N° 32. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 108 p.
- Bruna, A. 2003. El moho negro de los tomates: Las aplicaciones de fungicidas se pueden bajar a un tercio. Revista Tierra Adentro 52 pp 20-21.
- Estay, P. y Bruna, A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile. Santiago, Chile. Instituto de investigación agropecuaria, INIA 111 p.
- Latorre, B. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. 6 ed. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 638 p.
- Logrieco, A., Bottalico, A., Mulé, G., Moretti, A., Perrone, G. 2003. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Mediterranean crops. European Journal of Plant Pathology 109: 645-667.
- Rotem, J. 1994. The genus *Alternaria*: Biology, Epidemiology and Pathogenicity. American Phytopathological Society, Michigan, Estados Unidos. 326 p.