

Biología de *Botrytis* y novedoso enfoque del control químico para alcanzar alta eficacia de productos químicos usados para su control

El género *Botrytis* constituye un grupo de hongos fitopatógenos ampliamente conocido, en el que podemos encontrar especies que parasitan a una sola especie vegetal, como *B. tulipae*, *B. squamosa* o *B. fabae*, patógenos de tulipán, cebolla y haba respectivamente, y una especie, denominada *B. cinerea*, capaz de infectar al menos 235 especies de plantas distintas, causando la enfermedad conocida como "Podredumbre Gris" o "Botrytis". Entre los hospedadores de *B. cinerea* se incluyen una enorme variedad de plantas ornamentales (rosas, geranios, tulipanes, claveles, etc.), plantas frutales (vid, fresa, kiwi, etc.) y verduras y hortalizas (tomate, lechuga, pimiento, alcachofa, calabaza, etc.). En cada uno de los cultivos y bajo condiciones de humedad relativa alta, la podredumbre gris puede afectar a frutos, flores, tallos, plántulas, hojas, bulbos, raíces y semillas. Además, el ataque no sólo se produce sobre cultivos en el campo o en invernaderos, donde el hongo destruye rápidamente los tejidos y coloniza la planta, sino que también provoca enfermedades post-cosecha, comenzando con una infección latente en el cultivo y desarrollándose posteriormente durante la recolección, transporte y almacenamiento.

El micelio está constituido por un conjunto de hifas o filamentos tabicados, cilíndricos, que se multiplican vegetativamente mediante división citoplasmática, siendo común que tenga lugar una división nuclear sin que se haya producido división citoplasmática, lo que da lugar a hifas cenocíticas con un elevado y variable número de núcleos.

Los conidióforos o macroconidióforos se originan principalmente de la masa hifal, aunque también pueden hacerlo a partir de los esclerocios. Los conidios o macroconidios constituyen la principal estructura de dispersión del hongo así como, una de las estructuras de resistencia que presenta *B. cinerea*. Son capaces de sobrevivir sobre la superficie vegetal, manteniendo su viabilidad y capacidad infectiva durante toda la etapa de crecimiento del cultivo. Los microconidióforos son estructuras caracterizadas por la formación de una pequeña vesícula de la que surgen uno o más esterigmas a modo de botella de base ancha llamados fiálides, en cuyo extremo se forman los microconidios.

Las clamidosporas son células de aspecto hialino con una alta variabilidad de forma y tamaño. Habitualmente aparecen en cultivos envejecidos, en zonas del cultivo que han sido contaminadas por otros microorganismos y en asociación con los esclerocios. Se forman a partir de la transformación de partes del micelio y son liberadas por la disgregación de las hifas.

Los esclerocios son las principales estructuras de resistencia de *B. cinerea*. Son órganos pluricelulares, de morfología plano-convexa, cuyas dimensiones oscilan entre 1-5 mm de sección transversal y 1-15 mm de sección longitudinal, dependiendo de las condiciones de cultivo.

De forma general, el ciclo de infección puede considerarse dividido en varias etapas:

1. Adhesión de los conidios sobre la superficie del huésped.
2. Germinación de los conidios si las condiciones son favorables.
3. Penetración del tejido vegetal, bien a través de heridas o de aberturas naturales, mediante la participación de distintas enzimas, la utilización de procesos enzimáticos, la excreción de toxinas o combinación de estas.
4. Muerte de las células adyacentes al punto de penetración, dando lugar a la formación de una lesión primaria.
5. En algunos casos, una fase de latencia, durante la cual parece que los mecanismos de la planta logran controlar al patógeno, que permanece localizado en las áreas necrosadas de las primeras lesiones.
6. Una vez vencidas las defensas de la planta, se inicia la diseminación en el tejido vegetal circundante, originando la colonización y la maceración.
7. Y la esporulación del hongo sobre el tejido macerado, produciéndose una nueva generación de conidios que están listos para ser dispersados e iniciar un nuevo ciclo de infección.

Una vez que el hongo ha invadido los tejidos subepidérmicos, intra e intercelularmente, la infección se establece. El hongo degrada las paredes celulares facilitándose la entrada y obteniendo nutrientes para su crecimiento. Para este fin el hongo segrega una serie de enzimas degradativas de la pared celular, entre las que se han estudiado las pectinmetilesterasa, pectinlidasas, endopolygalacturonasas, ciclofilinas, celulasas, etc.

Ya establecida la infección, ésta se manifiesta mediante la putrefacción del huésped. Durante esta fase tiene lugar la formación de numerosos conidióforos conidios sobre la superficie del cultivo, dando lugar a la coloración grisácea característica de la enfermedad. Los conidios son las estructuras de dispersión de *B. cinerea* por excelencia. El mecanismo por el cual el viento los dispersa se divide en tres fases: liberación, transporte y deposición.

El control de *B. cinerea* no resulta sencillo por diversas razones: a) es capaz de atacar a cultivos en cualquier estado de desarrollo, incluida la post-cosecha, b) infecta cualquier órgano vegetal, c) es hábil para crecer a temperaturas de almacenamiento muy bajas y d) es genética y morfológicamente heterogéneo, lo que le posibilita un crecimiento y desarrollo diferente en condiciones de cultivo desiguales

Las prácticas de cultivo van encaminadas a reducir los niveles de inóculo y crear condiciones ambientales que sean lo menos favorables a la infección. Hoy día, las prácticas seguidas son la desinfección de material de siembra, la eliminación de restos de cultivos infectados, la eliminación de hojarasca, la eliminación de tocones con síntomas de la enfermedad, control de los niveles de nitrógeno en suelo, aireación etc

Entre estos agentes de biocontrol destacan bacterias, nematodos y levaduras, así como diversos hongos. Desde 1970, *Trichoderma spp.* ha sido uno de los más estudiados por varias razones: tiene una alta tasa de crecimiento, esporula abundantemente, compite bien con otros microorganismos del suelo, se suele comportar como micoparásito, muestra resistencia a plaguicidas químicos y produce varios antibióticos (gliotoxina y viridina) además de otros productos extracelulares.

Otros hongos estudiados en el control de *B. cinerea* han sido las especies de *Chaetomium globosum*, *Cladosporium herbarium*, *Alternaria alternata*, *Ulocladium atrum* y especies de *Gliocladium*, *Penicillium*, *Phytium* y *Olpidium*, entre otros.

El control químico permanece como el principal camino para combatir este hongo, a pesar del hecho de que existen reportes de pérdida de sensibilidad a diferentes ingredientes activos. Actualmente el control de la enfermedad se obtiene integrando medidas tendientes a disminuir la cantidad de inóculo presente y el uso de tratamientos fungicidas en momentos críticos para la infección.

Para el control de *Botrytis* existen diversos tipos de fungicidas tales como fungicidas multisitio, inhibidores de la síntesis de lípidos, inhibidores de proteínas y aminoácidos, inhibidores de síntesis de esterol en la membrana celular y algunos otros mecanismos como inhibidores de síntesis de metionina.

Sin embargo la contundencia de estos productos está determinada en muchas ocasiones por el momento de aplicación. La aplicación de productos para el control de *Botrytis* en estados iniciales de infección o de manera preventiva es mucho más efectiva que la aplicación en presencia de alta cantidad de inóculo del patógeno en campo.

En nuestras mentes siempre ha estado presente el concepto que los productos sistémicos son los mejores y más contundentes. Sin embargo la entrada de estos productos a la planta trae consigo la necesidad de ser metabolizados generando estrés y gasto energético para la planta. El conocimiento de la genética de los productos utilizados para la protección de cultivos muestra que los productos de barrera cuticular son mejores puesto que la planta no tiene que gastar energía en metabolizarlos. Estos productos actúan muy bien sin presencia de síntomas lo que implica la necesidad de aplicaciones cuando aparentemente el cultivo está sano lo que en algunas ocasiones implica cambio de mentalidad en nuestro esquema de aplicaciones.

Se han desarrollado metodologías *in vivo* que permiten evidenciar en corto tiempo la eficacia de los productos realizando inoculación dirigida al tejido más susceptible al desarrollo de la enfermedad que es el pétalo.

Al realizar este tipo evaluaciones se ha evidenciado la contundencia de Switch a nivel preventivo y curativo, Daconil a nivel preventivo, Altima a nivel preventivo y Topas a nivel curativo; siendo estos productos herramientas disponibles para un esquema de rotación siempre y cuando se realice su aplicación en el momento oportuno.

BIBLIOGRAFIA

Coley-Smith, J. R., Verhoeff, K. a. & Jarvis, W. R. (1980).The Biology of *Botrytis*. Ed.: Coley-Smith, J. R., Verhoeff, K. And Jarvis, W. R. Academic Press.London.

Dardari, Z, Boudouma. M, Sebban. A, Bahloul.A, Kitane. S, Berrada. M. 2004. Phenyl-3-toluy-4-ortho1(N-ethyl-2-methypropylamine) phenylpyrazole synthesis and evaluation of the in vitro antifungal activity against *Botrytis cinerea* and *Fusarium oxysporum*. IlFarmaco 59:673-678

Elad, Y., Williamson, P., Tudzynski, P. &Delen, N. (2004).*Botrytis*: Biology,Pathology and Control. Ed.: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. and Delen, N. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands

Latorre, B. Rioja, M. 2002. Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la germinación de conidias de *Botrytis cinerea*. Ciencia e investigación agraria. 29(2)

Lopez Herrera, C. J., Mateo Sagasta, E. & Grana, E. E. (1986). Estudio de la facies esclerocial de *Botrytis cinerea*. Phytopath. medit. 25, 19-25.

Perryman. S, Fitt B, Harold J. 2002. Factors affecting development of *Botrytis cinerea* on linseed (*Linum usitatissimum*) buds, flowers and capsules. Annual Aplied Biology. 140: 1-12

Rosslenbroich.H, Stuable. D. 2000. *Botrytis cinerea* history of chemical control and novel fungicides for its management. Crop Protection. 19: 557-561

Urbasch, I. (1985). Ultrastructural studies on the microconidia of *Botrytis cinerea* Pers. and their phialoconidial development. Phytopathology 112, 229-237.