



CONTROL QUÍMICO DEL OÍDIO EN SANDÍA

Materias activas autorizadas y manejo de dichas materias para evitar resistencias en los patógenos

1. INTRODUCCIÓN.

El oídio es una de las enfermedades más importantes en los cultivos hortícolas del sur y este de España y constituye un factor limitante en la producción.

La estrategia más empleada para combatir la enfermedad es el control químico. A este respecto, hay que tener en cuenta que los productos fungicidas utilizados, especialmente los sistémicos, son propensos a crear resistencias, apareciendo cepas con una sensibilidad menor o nula a dichos productos.

En 2013 la superficie española de sandía se situaba en las 18.000 hectáreas, en 2014 en las 18.100 hectáreas y un año más tarde, 2015, la superficie era de 19.800 hectáreas según datos del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Del mismo modo, el volumen recolectado también asciende. De las 875.000 toneladas de 2013 hasta las 1.034.400 toneladas de 2015.

De todas las enfermedades que a lo largo del ciclo de cultivo pueden atacar a las cucurbitáceas, el oídio es una de las más importantes, ya que constituye un factor limitante en lo que a producción se refiere de este tipo de hortalizas, sobre todo en invernadero, debido a los elevados costes derivados de su control eminentemente químico.

Esta enfermedad, conocida comúnmente como ceniza o blanqueta por los síntomas característicos que manifiestan las plantas atacadas (manchas pulverulentas de color blanco en hojas y tallos), está causada por el hongo patógeno *Podosphaera* (Sin.: *Sphaerotheca*) *fusca*, y en menor medida por los hongos *Golovinomyces cichoracearum* (Sin.: *Erysiphe cichoracearum*) y *Leveillula taurica* (aunque ésta realmente es una oidiopsis, que, a diferencia de los oídios, desarrolla el micelio dentro de la planta).



Oídio en hoja de sandía. (Foto: Fundación Cajamar de Paiporta)

El patrón de distribución de estos patógenos en las regiones productoras de cucurbitáceas de la Península es cambiante, ya que con anterioridad a los años noventa el agente causal de la enfermedad en España era descrito como *G. cichoracearum*, lo cual nos hace pensar que ha debido producirse una sustitución de una especie por la otra, al igual que ha ocurrido en otros países (aunque también puede ser porque ahora hay más medios y más gente trabajando en el tema).

Debido a que producen síntomas similares, es necesario recurrir a la microscopio óptico para poder distinguir

estos tres hongos, ya que *P. fusca* presenta conidios elípticos y con inclusiones en su interior, mientras que los conidios de *G. cichoracearum* y *L. taurica* carecen de inclusiones y exhiben una morfología diferente.

Podospaera fusca es un hongo ascomiceto que pertenece al orden *Erysiphales*, y dentro de éste, forma parte de una única familia denominada *Erysiphaceae*, constituida por alrededor de 650 especies. Como todos los oídios, es un hongo biotrofo incapaz de ser cultivado en medios artificiales, que se desarrolla sobre la superficie de la planta y que forma unas estructuras llamadas haustorios, que penetran en las células de la misma y extraen el agua y los nutrientes necesarios de éstas. Como consecuencia el rendimiento de las plantas atacadas disminuye, lo cual se manifiesta, entre otras cosas, en la producción de frutos pobres en azúcares.

2. ESTRATEGIAS DE CONTROL

Como ya se ha indicado anteriormente, el uso de fungicidas en el control de este hongo, y en general de todos los oídios, constituye hoy por hoy la estrategia más empleada para combatir la enfermedad tanto en campo como en cultivo protegido, debido fundamentalmente a que, al ser en general hongos de desarrollo externo, este tipo de productos entra fácilmente en contacto con los mismos provocando un rápido efecto tóxico.

Esta ventaja de los fungicidas antioídios constituye en realidad un arma de doble filo, debido a que la facilidad de contacto, unida al hecho de que este tipo de hongos son propensos a desarrollar resistencias, favorece la aparición de cepas con una sensibilidad menor o nula para el caso de algunos fungicidas como las estrobilurinas.

En este escrito nos centraremos en el control químico de la enfermedad, debido a la gran importancia económica, ecológica e incluso social, que ha adquirido este tema en nuestros días como consecuencia de la necesidad de una agricultura segura y rentable a la vez que sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

No obstante, es fundamental emplear junto con esta estrategia de control otras, como son el uso de variedades resistentes y el control biológico, que es de uso imprescindible en los programas de producción integrada, para implementar en la medida de lo posible el manejo óptimo del cultivo y así evitar incrementos de costes y riesgos innecesarios para la salud. Siguiendo con esta línea, existen preparados a base de los hongos *Ampelomyces quisqualis* que han resultado efectivos en el control del oídio en sandía.

3. CONTROL QUÍMICO

Los fungicidas han sido utilizados desde hace más de doscientos años frente a hongos patógenos de plantas, pero no es hasta después de la segunda guerra mundial cuando, debido a la obtención de nuevos fungicidas de mayor efectividad, se incrementó su uso, convirtiéndose en la principal herramienta en el control de las enfermedades de plantas de origen fúngico.

Desde entonces hasta ahora, hemos asistido a la continua introducción de nuevos productos y formulaciones cada vez más mejoradas que, en la mayoría de los casos, han ido sustituyendo a los fitosanitarios más antiguos, debido en general a la pérdida de eficacia de éstos unida a su menor seguridad tanto a nivel del consumidor como del medio ambiente; no obstante, algunos productos que han sido utilizados desde la antigüedad, como el azufre, continúan hoy día empleándose en muchos cultivos.

Los productos fitosanitarios utilizados en el control químico pueden clasificarse en dos grandes grupos en función de la manera en que ejercen su efecto; de un lado estarían aquéllos que actúan directamente sobre el fitopatógeno o también denominados "de contacto", que se emplean como preventivos, y de otro, están los que ejercen su acción a nivel de toda la planta y que al penetrar en su interior sufren un transporte distribuyéndose por la totalidad de ésta, por lo que se han venido a llamar fungicidas penetrantes. Este último tipo de fungicidas es efectivo tanto como preventivo como curativo y un claro ejemplo lo constituyen los inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE) y las estrobilurinas (QoI o inhibidores de la síntesis de la quinona). A pesar de ello, la distribución dentro de la planta de los QoI, IBEs, etc., es muy limitada.

3.1. Fungicidas de contacto para control de oídio

Por norma general los fungicidas de contacto, manejados de forma inadecuada, podrían llegar a ser fitotóxicos y constituyen un grupo minoritario dentro de los antioídios, ya que sólo existen dos materias activas autorizadas actualmente en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). Presentan un riesgo bajo de desarrollar resistencias, a diferencia de los fungicidas sistémicos, cuyo riesgo es moderado o alto en algunos casos. Esto es debido a que el mecanismo de acción de los fungicidas de contacto no es único como en el caso de los productos sistémicos, sino múltiple, y afecta al hongo a varios niveles.

A continuación hacemos una descripción breve de dichas materias activas:

- a) **Azufre.** Esta sustancia se ha empleado en viñas y cultivos de cereal desde muy antiguo y aún hoy sigue estando indicada para el control de muchas enfermedades de las plantas, entre ellas la causada por el oídio en las cucurbitáceas. Aunque el azufre está autorizado para combatir el oídio en todas las cucurbitáceas, no es compatible con los programas de producción integrada y biológica, ya que su gran toxicidad elimina en gran parte la microfauna útil, además de provocar problemas de fitotoxicidad a nivel del cultivo. No debe aplicarse a temperaturas superiores a 28 °C ya que éstas favorecen su efecto tóxico como consecuencia de la generación de vapor.
- b) **Clortalonil.** Fungicida de amplio espectro del grupo de los hidrocarburos aromáticos, pero que a diferencia de éstos, que son sistémicos, es de contacto y tiene múltiples dianas. Presenta acción preventiva y curativa frente al oídio. Está autorizado para su uso en todas las cucurbitáceas excepto en el calabacín y se formula también con metil tiofanato y tetraconazol. Este producto está catalogado como carcinogénico, por lo que debe aplicarse con precaución.

3.2. Fungicidas sistémicos y translaminares para el control de oídio.

- a) **Inhibidores de la síntesis de ácidos nucleicos.** En este grupo únicamente hay un representante de este tipo de fungicidas que es el *bupirimato*, un compuesto específico frente a oídios que inhibe la germinación de las esporas. Está autorizado para todas las cucurbitáceas y, debido a que se transporta a través del xilema, puede aplicarse en el suelo o directamente sobre la parte aérea de la planta. Se recomienda realizar los tratamientos al observarse los primeros síntomas. Presentan un riesgo medio de aparición de resistencias que pueden ser cruzadas frente a otros fitosanitarios sistémicos.

- b) **Inhibidores de la respiración.** *Azoxistrobin* y *kresoxim metil* son antioídios de la familia de las estrobilurinas que forman este grupo. Estos fungicidas combaten hongos muy alejados taxonómicamente mediante la inhibición de la germinación de las esporas, el crecimiento micelial y la esporulación, presentando actividad preventiva, curativa y erradicante.

El *azoxistrobin* y *kresoxim metil* están autorizados en todas las cucurbitáceas. Se caracterizan por tener un elevado riesgo de desarrollo de resistencia que es cruzada entre ellos. En todos los casos se aconseja aplicar como máximo tres tratamientos con este tipo de fungicida por cultivo y nunca realizar aplicaciones consecutivas con estrobilurinas.

Además, se recomienda tratar, o bien alternativamente o bien mediante mezcla compatible, con otro fungicida con un mecanismo de acción diferente preventivamente o coincidiendo con el inicio de los síntomas de la enfermedad.

El *kresoxim metil* es un producto carcinogénico, por lo que deben tomarse las medidas oportunas tanto en la aplicación como en la manipulación posterior.

- c) **Inhibidores de la transducción de señales.** El *quinoxifén* es el único antioídio autorizado de este grupo. Provoca la inhibición de la germinación de la espora del hongo y es capaz de actuar en zonas no tratadas a través del vapor. Se emplea fundamentalmente como preventivo y como curativo, pero en este caso mezclado junto con otro fungicida compatible, debido a que el riesgo de aparición de resistencias es moderado.

d) Inhibidores de la desmetilación de esteroides. Los fungicidas inhibidores de la desmetilación (DMI) son hoy por hoy el único grupo de inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE) recogidos en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del MAPAMA para su uso en cucurbitáceas frente al oídio. Representan una de las clases de fungicidas más importantes disponibles para el control de muchos patógenos económicamente importantes. De las veintidós materias activas autorizadas en cucurbitáceas, diez son inhibidores de la desmetilación (DMI), lo cual nos da una idea de la relevancia de dichos compuestos en el control de la enfermedad causada por este hongo. Empleados desde la década de los setenta tanto en medicina como en agricultura, los DMI se encuentran divididos a su vez en varios grupos y su acción se basa en la modificación cualitativa de los lípidos de la membrana fúngica, y son muy efectivos frente a ascomicetos, basidiomicetos y deuteromicetos. De los grupos de fungicidas (IBE) autorizados en sandía, el más relevante es el de los triazoles.

Actualmente existen recogidos siete productos de este grupo para su uso en cucurbitáceas.

Cuatro de ellos, *ciproconazol*, *miclobutanil*, *tetraconazol* y *triadimenol*, no presentan restricciones en este cultivo más allá de los plazos de seguridad que deben cumplirse estrictamente. Son productos efectivos recomendados para el control de las fases iniciales de la enfermedad, aunque también pueden ser empleados en tratamientos curativos, aplicando para ello dosis más altas. En algunos casos, la adición de un buen mojante mejora la acción de estos productos.

El *fenbuconazol* tiene actividad preventiva y curativa, sistémico, de amplio espectro, con buena acción residual y cierto efecto fitoregulator sobre el crecimiento.

El *difenoconazol*, tiene un movimiento en el interior de las hojas y ápices vegetativos que es esencialmente translaminar y la traslocación acrópeta. No actúa sobre la germinación de las esporas ni sobre la formación de los apresorios o sobre las hifas. Impide significativamente el crecimiento subcuticular del micelio y el desarrollo de los síntomas de la enfermedad. En el suelo se degrada lentamente con una vida media estimada en 21 días (no confundir con el plazo de seguridad, que es distinto).

El *tebuconazol*, en la planta se trasloca en sentido acrópeta, de forma que es bien absorbido por el vegetal y traslocado hacia los meristemas terminales en los que se acumula ligeramente. Su efecto locosistémico es intermedio entre el altamente móvil del triadimenol y el inmóvil del bitertanol. Una vez en el suelo se degrada con rapidez y no se acumula. Es poco móvil y por tanto no se lixivia. En el agua se hidroliza y se fotoliza con una vida media de unos 28 días (no confundir con el plazo de seguridad, que es distinto).

Todos son fungicidas sistémicos, usados como preventivos y curativos, aunque presentan grandes diferencias en cuanto a espectro de acción, por lo que para mejorar esto y de paso evitar la aparición de resistencias, es cada vez más habitual encontrarlos formulados junto con un antioídio de contacto o bien con un producto específico con un mecanismo de acción diferente. El riesgo de aparición de resistencias en estas sustancias es moderado, y se ha demostrado en ciertos casos que este tipo de resistencia es cruzada en fungicidas DMI activos frente a un mismo hongo. Por ello se recomienda no repetir tratamientos con este tipo de productos en zonas en las que exista una alta presión del patógeno, y en las situaciones en las que no puedan evitarse las repeticiones, procurar que se realicen en alternancia o mezcla con otro producto sin resistencia cruzada conocida.

Cuando, debido a las características particulares del cultivo, no sea posible nada de lo anterior, deben reservarse aplicaciones de DMI para las fases críticas de dicho cultivo.

e) Amidoximas. El principal referente lo tenemos en el *ciflufenamid* (comúnmente formulado junto con difenoconazol). El modo de acción es desconocido, se sugiere que el mecanismo es diferente al de otros fungicidas existentes y podría mostrar sus efectos inhibitorios en múltiples etapas del ciclo de vida del hongo. Actúa sobre los procesos de la formación de los haustorios, la formación de colonias y la esporulación. Afecta a la elongación del tubo germinativo después de la germinación de las esporas. Posee actividad curativa, preventiva y translaminar con efecto residual, provee una protección duradera a las hojas tratadas. No actúa antes de la formación de los apresorios. No afecta a la germinación de las esporas ni la formación.

f) Inhibidores de la respiración mitocondrial. El *fluopiram*, es el único representante de una nueva clase de fungicidas de amplio espectro (piridinil etil benzamidas). Su aplicación se puede hacer por vía foliar o mediante riego por goteo. A nivel bioquímico, inhibe la respiración mitocondrial del hongo bloqueando el transporte de electrones en la cadena de la respiración a nivel de la succinato deshidrogenasa (Complejo II - Inhibidor SDH). Muestra actividad en varias de las fases del ciclo de vida del hongo: germinación de las esporas, elongación del tubo germinativo y crecimiento de micelio y esporulación.

4. RESISTENCIAS

La aparición de resistencias es un fenómeno evolutivo natural de los sistemas biológicos como consecuencia de la presión de selección del medio. En el caso de un cultivo, el fungicida aplicado por el agricultor constituye un agente selectivo que empuja al patógeno a evolucionar para desarrollar resistencia y poder hacer frente a dicho agente selectivo. Como consecuencia de esto, el uso prolongado de un fungicida en particular, generalmente sistémico, provoca el desarrollo rápido de resistencia en las poblaciones del patógeno debido a la presión continua ejercida por el fungicida sobre éste, mientras que el empleo de la alternancia o mezcla de productos con distinto mecanismo de acción, reduce el riesgo de aparición de resistencias debido a que el patógeno es sometido a una presión selectiva cambiante y por tanto más difícil de superar.

La introducción de nuevas clases de químicos ofrece nuevas oportunidades para un manejo de las resistencias más efectivo, y los distintos mecanismos de acción actualmente disponibles deben ser utilizados para conseguir un óptimo rendimiento en cuanto a producción y protección de los cultivos.

No hay que olvidar que el uso de fungicidas es sólo un aspecto más del manejo del cultivo y que en ningún caso reemplaza la necesidad de poner en práctica otras medidas de control disponibles para el agricultor, como pueden ser el cultivo de variedades resistentes, el control biológico y unos adecuados usos culturales. El uso abusivo de productos químicos sin justificación agrava este problema y deben limitarse las aplicaciones lo máximo posible en todos los casos y contar con un asesoramiento adecuado que nos permita determinar la estrategia adecuada a seguir.

A modo de resumen, hacemos a continuación una serie de recomendaciones generales que, en cada caso, deberán adaptarse al producto en cuestión y que pueden hacerse extensibles al control de otras enfermedades:

1. Seleccionar la estrategia más oportuna para el control de la enfermedad en cada momento.
2. Recurrir al uso de fungicidas únicamente en casos justificados.
3. Seguir en todos los casos las recomendaciones del fabricante y contar con un asesoramiento adecuado.
4. Utilizar mezclas o alternancias de dos o más productos con distinto mecanismo de acción. No basta con que pertenezcan a grupos químicos diferentes pues, como ya hemos visto, puede existir resistencia cruzada entre ellos. Todos los productos así empleados deben ser compatibles con el cultivo.
5. Limitar el uso de fungicidas con un riesgo elevado de desarrollar resistencias.
6. Efectuar los tratamientos, cuando sea posible, en las fases tempranas de la enfermedad.
7. Usar las dosis recomendadas por el fabricante en tratamientos curativos.
8. Por último, aunque no incida directamente en la aparición de resistencias, tomar las debidas precauciones a la hora de aplicar el producto, tanto a nivel del aplicador como del medio ambiente.

