Resistencias a fungicidas en cultivos frutales

Generación de resistencias, fungicidas disponibles y situación en frutales

¿Por qué debemos tener en cuenta la resistencia a los fungicidas? ¿Cuáles son las razones por las que los técnicos y especialistas en el tema insistimos siempre en este concepto? Este artículo pretende aportar algunas respuestas a éstas y otras preguntas que los gestores de una explotación frutal se hacen cuando dialogan con sus asesores. En la primera parte se analiza cómo es el proceso de generación de resistencias, la clasificación y modos de acción de los fungicidas, los patógenos con mayor riesgo de presentar resistencias y la situación actual en frutales. En un segundo artículo se tratará el manejo de estas resistencias, aportando algunos ejemplos prácticos que afectan directamente a los frutales.

Jaume Almacellas Gort.
Servicio de Sanidad Vegetal - DARP - Generalitat de Cataluña.

Los cultivos frutales en regadío constituyen explotaciones de alto rendimiento, con un uso intensivo de todos los inputs que se introducen en las parcelas para contribuir a producciones elevadas. Este concepto de intensidad conduce muchas veces a desequilibrios en los árboles frutales que precisan de un manejo adecuado.

La lucha contra los problemas fitosanitarios es una de las claves del éxito de la explotación frutícola, pero para ello se debe gestionar de una forma muy racional actualmente, y ello pasa por el paraguas legal de la gestión integrada de plagas, cuyos orígenes son los conceptos de Manejo Integrado de Plagas, MIP o IPM en la nomenclatura anglosajona (Knipling, 1972) y que datan de los años 50 del siglo pasado, iniciados en la Universidad de California, Riverside.

Desde casi sus inicios el MIP propugna y establece un manejo estricto de los ingredientes activos que son la base de los productos fitosanitarios registrados. Este manejo obliga a unas limitaciones de uso, es decir, del número de aplicaciones fitosanitarias en la explotación para un determinado período, con el objeto de prevenir que los organismos diana, las plagas, las enfermedades y las malas hierbas, no se adapten a estos químicos y desarrollen mecanismos de resistencia que los hagan inmunes.

Riesgos del uso de fitosanitarios en frutales

Se estima que en los meses de verano el número de tratamientos fitosanitarios a los árboles frutales suele ser de uno por semana, con lo que si añadimos los meses de primavera al período estival, fácilmente se puede llegar a la conclusión de que el número de tratamientos para una campaña puede ser aproximadamente de veinte de media, con un margen importante de más o menos tratamientos según sea la presencia de plagas en un año concreto y en función de las exigencias del productor. Este número de aplicaciones puede considerarse elevado pero debe diferenciarse según grupos plaga, que en general los agrupamos en plagas *sensu stricto*, enfermedades y malas hierbas.

Por otra parte, el número de aplicaciones para controlar un organismo causante de plaga es muy variable y depende de las condiciones particulares de cada año, de los antecedentes de años anteriores en la parcela, de la presión de plaga en la zona y, una vez más, de las exigencias del agricultor para conseguir una producción de calidad preestablecida. A veces, una simple aplicación fitosanitaria puede conseguir el objetivo deseado pero otras veces se producen situaciones críticas que pueden conducir a un número de aplicaciones por encima de la decena, lo cual, según sea el tipo de productos utilizados, sería totalmente desaconsejable.

Se establece que hoy en día, con la mayoría de los productos fitosanitarios del mercado, de un diseño con un modo de acción muy específico, que solamente y casi exclusivamente afectaría a los organismos diana, el número de aplicaciones por campaña de un producto comercial determinado nunca debe ser superior a dos o tres. Esto se puede comprobar fácilmente leyendo las etiquetas o las fichas de registro de los productos autorizados, principalmente los más recientes. ¿Cuál es la razón? La prevención de que el producto no genere resistencias fácilmente y rápidamente en campo. De hecho, tanto las empresas comercializadoras como los agricultores, son los primeros interesados en que un producto comercial que es eficaz y genera confianza en su uso, perdure un largo período de años con sus características iniciales de eficacia sobre la plaga o plagas diana. Sin embargo los usos y abusos expuestos en el encabezado existen y son objeto de que queramos profundizar más en este tema.

FENDT

fendt.es

¿Hay un tractor para todo? Sí: el nuevo Fendt 300 Vario.
Tras más de 30 años de trabajo y perfeccionamiento, llega la cuarta generación del exitoso tractor, el nuevo Fendt 300 Vario, y lo hace para conquistar el campo, completamente rediseñado y equipado hasta el más mínimo detalle. Nuevo Semibastidor diseñado para el nuevo 300, cabina VisoPlus con nuevo joystick multifunción, toda la flexibilidad de la tecnolgía varioy potencia sin límites.
El Fendt 300 Vario es todo lo que puedes desear.
Di 'sí' a la "Máquina del año 2015" y "Tractor de España 2016", acércate a conocerle a tu concesionario Fendt.

TRACTOR DE ESPAÑA

MACHINE OF THE YEAR 2015

AGCO Fendt es una marca mundial de AGCO.

Aplicación de fungicidas en frutales de clima mediterráneo

El mercado europeo de productos fitosanitarios **(cuadro I)** diferenciado por herbicidas, insecticidas y fungicidas usados en la UE-27+EFTA, establece que el valor de estos últimos es el más elevado y se sitúa cerca del 40%, con un aumento reciente de los productos herbicidas, ahora ya cerca del 45%. Por tanto, el uso de productos fungicidas y herbicidas destaca frente a insecticidas en Europa, cuyo consumo es bajo respecto de los otros grupos fitosanitarios. ¿Qué sucede en el área mediterránea? Para dar una respuesta a ello podemos analizar este consumo en España.

Respecto una media de veinte años, el consumo de productos fungicidas en las explotaciones españolas expresado en volumen, es aproximadamente de un tercio del total del uso de productos fitosanitarios **(cuadro II)**. Su tendencia es un descenso suave en el uso, dado que en los últimos años ha descendido por debajo del 30%. Vemos con estos datos que las explotaciones españolas se diferencian claramente de la media europea, con un peso mucho mayor de productos insecticidas. Sin embargo el peso del 30% de los fungicidas en volumen o bien del 23% en valor económico **(cuadro III)** no es despreciable y merece toda nuestra atención, con el objeto de que cuando se necesiten, cumplan adecuadamente su función de control efectivo de las enfermedades.

¿Cómo se generan las resistencias?

Los principios activos fungicidas tienen un modo de acción sobre los organismos patógenos que a veces es específico y único y a veces no. Los nuevos fungicidas de síntesis que salen al mercado hoy en día actúan casi siempre de una forma específica, que los hace muy selectivos para eliminar el organismo diana, pero sin afectar otros organismos que pueden suponer una fauna beneficiosa y que ayudan a controlar otras plagas.

CUADRO I.

MERCADO EUROPEO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS (EU-27 + EFTA) POR SECTORES. Fuente: ECPA. Annual review 2011-2012. www.ecpa.eu.

	Consumo 2010		Consumo 2011	
	Importe m€	%	Importe m€	%
Herbicidas	3.130	43,68%	3.390	44,12%
Insecticidas	988	13,79%	1.073	13,97%
Fungicidas	**2.753**	**38,43%**	**2.933**	**38,18%**
Otros	295	4,12%	287	3,74%
Total	**7.166**		**7.683**	

CUADRO II.

USO DE FUNGICIDAS EN ESPAÑA. CONSUMO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EXPRESADOS EN KG DE INGREDIENTE ACTIVO Y PORCENTAJE DE CADA GRUPO FITOSANITARIO. Fuente: AEPLA y MAGRAMA.

Año	Consumo 2010	%	Media de 20 años	%
Insecticidas	14.335,00	36,72%	12.147,31	30,90%
Fungicidas	**11.878,00**	**30,42%**	**13.356,92**	**33,97%**
Herbicidas	10.060,00	25,77%	10.247,15	26,06%
Otros	2.770,00	7,09%	3.565,85	9,07%
TOTAL	**39.043,00**	**100,00%**	**39.317,23**	**100,00%**

CUADRO III.

CONSUMO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EXPRESADOS EN VALOR ECONÓMICO (M€) DE CADA GRUPO FITOSANITARIO. AÑO 2015. Fuente: AEPLA.

Año	Consumo 2015 M€	%
Insecticidas	266	30,97%
Fungicidas	**198**	**23,05%**
Herbicidas	312	36,32%
Otros	83	9,66%
TOTAL	**859**	**100,00%**

Para ayudar a identificar rápidamente el modo de acción de los fungicidas comerciales se creó el uso de los códigos FRAC (Fungicide Resistance Action Comittee; página web en la bibliografía). En este sentido se debe tener en cuenta que los productos disponibles en el mercado pueden llevar uno o más de un ingrediente activo fungicida, por lo que cabe la posibilidad de que tengan un modo de acción o combinen más de uno. Por otra parte, dentro de una misma clase o grupo de fungicidas, se pueden encontrar diferentes ingredientes activos. A su vez, cada ingrediente activo o combinación de varios puede ser comercializada bajo diferentes nombres comerciales. A pesar del nombre comercial o del ingrediente activo, cada uno de los fungicidas del mismo grupo actúa contra el organismo patógeno de la misma manera, por lo que para prevenir la creación de poblaciones resistentes se deberían evitar aplicaciones reiteradas de fungicidas clasificados dentro del mismo grupo o código FRAC. Aunque de una forma excesivamente simple, la **figura 1** explica cómo se pueden generar poblaciones resistentes mediante reiteración del mismo fungicida (opción A), siendo este inefectivo, o bien conservar las poblaciones iniciales del patógeno sin que suceda esto (opción B).

El concepto mediante el que se generan poblaciones resistentes, en nuestro caso de los hongos diana a los fungicidas, parte de la idea de que cualquier población natural (población 1) en las parcelas puede tener algunos individuos que sean de por sí resistentes a la acción de un determinado ingrediente activo y, por tanto, de un fungicida comercial.

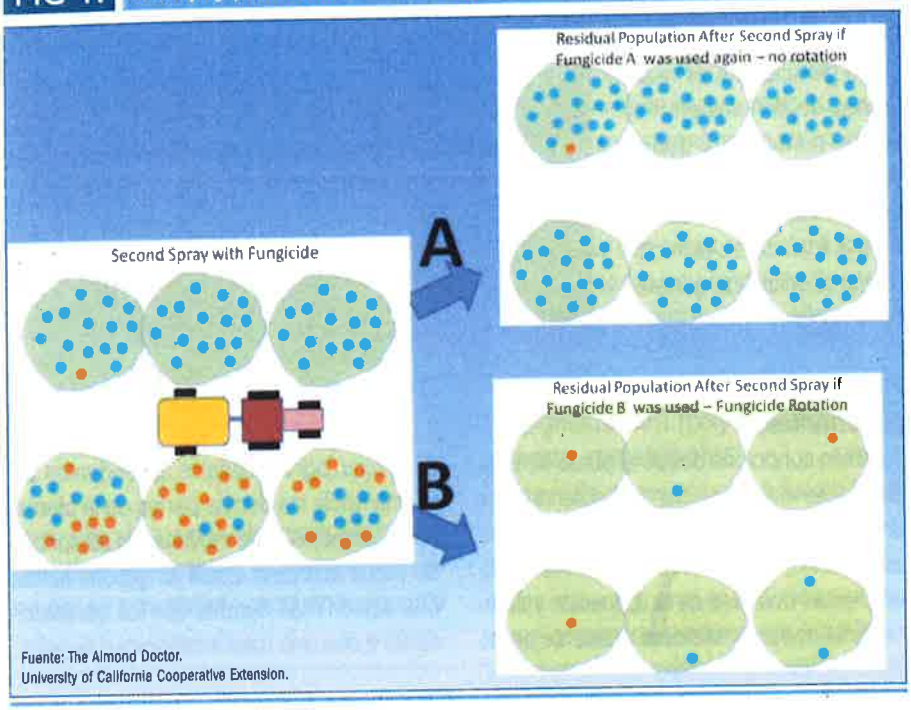
Si se trata una vez con este fungicida, al no ser nunca los tratamientos efectivos al 100%, quedarán en la parcela algunos individuos resistentes y también algunos no resistentes que por alguna razón no hayan estado afectados por el fungicida. Sin embargo, esta población residual tendrá una proporción de individuos resistentes mayor que la población inicial. Si esta población se reproduce, generará una población "plaga" con esta mayor proporción, la segunda (población 2). Esta segunda generación puede que precise de un nuevo tratamiento para controlarla.

Una segunda aplicación fungicida para la nueva (segunda) población diana, con el mismo fungicida, comporta nuevamente una selección de individuos resistentes, y un aumento de la proporción de estos individuos en la segunda población residual. La segunda población residual puede volver a reproducirse (población 3) y generar nuevos problemas en la parcela, por lo que puede ser necesaria una tercera aplicación.

Una tercera aplicación sobre la tercera población diana aumentaría la proporción de individuos resistentes y así sucesivamente si se efectúan más aplicaciones en la parcela, con el resultado de una población final con elevadas proporciones de individuos resistentes ante el fungicida escogido para el control, siendo éste, a la postre, totalmente ineficaz.

La razón principal de la generación de poblaciones resistentes es la existencia natural de algunos, pocos, individuos con esta característica, pero existen otras posibilidades de que esto suceda mediante mutación en algunos individuos de la población, que se mostrarían más eficientes ante la aplicación fungicida; o simplemente mediante recombinación genética, principalmente durante las fases sexuales de los hongos.

FIG 1. Manejo y prevención de resistencias.



Fuente: The Almond Doctor. University of California Cooperative Extension.

> La falta de eficacias puede ser debida a un uso inadecuado de la maquinaria de aplicación, de su mala regulación, de dosis incorrectas, de productos mal formulados, de mezclas inconvenientes, pero también de abusos en la aplicación reiterada de unos productos fitosanitarios en los que depositamos nuestra máxima confianza.

Fungicidas protectores y fungicidas penetrantes

Un hecho que tiene mucho que ver con el modo de acción fungicida es la capacidad de penetración de los fungicidas en la planta (o en los cultivos). En este sentido, existen diversas clasificaciones que algunas veces difieren conceptualmente, y que pueden dar lugar a confusión, por lo que recomendamos una lectura atenta y una interpretación adecuada según la fuente de origen.

Nosotros por nuestra parte clasificaremos los fungicidas como ya hemos hecho en otras publicaciones entre protectores y penetrantes. Dentro de los penetrantes, ofrecemos una subclasificación en translaminares, xilemáticos y sistémicos. Procedemos a explicar estos conceptos.

Fungicidas protectores

Se denominan de este modo porque son activos sobre la superficie de las plantas, donde forman una barrera química entre la planta y el hongo, normalmente la espora, previniendo su germinación. Estos fungicidas deben aplicarse antes de producirse la infección y se deben hacer nuevas aplicaciones según las condiciones de nuevo crecimiento del cultivo y si permanecen favorables las condiciones para el desarrollo de la enfermedad. Las lluvias pueden producir un lavado de la cobertura fungicida aplicada y

en consecuencia una nueva desprotección del cultivo. Desde el punto de su capacidad generadora de resistencias se denominan multipunto o *multisite* y debido a que actúan en varios procesos metabólicos o estructurales a la vez, es extremadamente difícil que generen resistencias.

Síntomas de moteado en hojas de manzano.

Fungicidas penetrantes

También conocidos desde el punto de vista de su potencial generador de resistencias por un modo de acción específico unipunto o *site-specific*, se absorben hacia el interior de las plantas después de la aplicación y actúan tanto como protectores desde su punto inicial de contacto, como erradicantes, debido a su acción de penetración en la planta. Estos fungicidas se suelen considerar fungicidas sistémicos, sin embargo existen diferentes grados de sistemia o de movimiento fungicida en el interior de la planta: translaminar, de movimiento por el xilema y anfimóviles o verdaderamente sistémicos.

Fungicidas translaminares

Se mueven de una parte a otra de las hojas, pero solamente en ellas. Para que sean altamente eficaces será muy importante una buena cobertura de aplicación fitosanitaria sobre el cultivo. Estos fungicidas tienen un riesgo mayor a ser lavados por la lluvia, como los fungicidas protectores, pero poseen la cualidad de prevenir la germinación de las esporas y el crecimiento del hongo a la vez. Se puede deducir de lo anterior que su actividad curativa es limitada, normalmente entre las 24 y 72 horas después de la infección y que son inefectivos una vez los síntomas son visibles.

Fungicidas de movimiento por el xilema

También considerados penetrantes, una vez han penetrado y desde estos puntos, se desplazan por los canales ascendentes del xilema hacia las demás partes de la planta, hacia las hojas. Este movimiento es conocido como acrópeto. Estos fungicidas tienen una acción más durable que los translaminares y con una mayor capacidad curativa.

Fungicidas sistémicos o anfimóviles

Son los considerados realmente sistémicos. Se mueven en el interior de la planta hacia ambos sentidos de la circulación de la savia, ascendente por el xilema y descendente por los canales del floema. Estos fungicidas tienen una mayor capacidad de acción sobre cualquier parte de la planta debido a su facilidad de movimiento y realmente son los considerados genuinamente curativos.

Síntomas de moteado en frutos.

Mecanismos de resistencia y grupos de acción fungicida

Los fungicidas inhiben el crecimiento de los hongos interfiriendo en diversos procesos celulares esenciales. El modo de acción o también denominado internacionalmente MOA, como define el FRAC, se refiere a cada proceso celular específico que inhibe un fungicida en particular. Así, el FRAC establece que existen doce modos de acción diferentes para todos los ingredientes activos fungicidas conocidos actualmente, con un grupo particular, el U, que define un modo de acción aún desconocido. Son los mostrados en el **cuadro IV**.

Hay que tener en cuenta que los modos de acción (MOA) no definen directamente los códigos FRAC, sino que se asocian mejor a las características de los grupos químicos dentro de cada MOA asociados a cada substancia activa. En el **cuadro IV** tenemos algunos ejemplos de grupos químicos importantes que se asocian a un código FRAC. Según la clasificación del FRAC actual están incluidos dentro de los 12 modos de acción un total 128 grupos químicos, los cuales clasificarían aproximadamente 238 substancias activas hasta el momento. Los códigos FRAC se corresponden normalmente a los de los grupos químicos, aunque hay algunas excepciones. De todas estas substancias activas, el Registro Único Europeo dispone para su uso de solamente una parte. A su vez, cada país, comercializa solamente otra parte del Registro Único Europeo, según las exigencias de su mercado, por lo que no encontramos disponibles las 238 substancias activas en el mercado español sino un número mucho menor. A cada nombre de grupo químico se le asigna normalmente, aunque no siempre, un código FRAC que en el fondo es el que nos interesa para el manejo de las resistencias.

CUADRO IV.

CLASIFICACIÓN DE LOS FUNGICIDAS SEGÚN EL MODO DE ACCIÓN O MOA.
Fuente: FRAC (2017).

Nombre de modo de acción o MOA		Ejemplo de acción fungicida y de un grupo químico		Código FRAC
A	Síntesis de ácidos nucleicos	A1	Fenilamidas	4
B	Citoesqueleto y proteínas	B1	Bencimidazoles	1
C	Respiración	C3	QoI	11
D	Síntesis de aminoácidos y proteínas	D1	Anilinopirimidinas	9
E	Señal de transducción	E3	Dicarboximidas	2
F	Síntesis de lípidos e integridad de la membrana	F4	Carbamatos	28
G	Biosíntesis de esterol en membranas	G1	Triazoles (DMI)	3
H	Biosíntesis de la pared celular	H4	Polioxinas	19
I	Síntesis de la melanina en la pared celular	I1	Triazolobenzotriazol	16.1
P	Inducción defensa de las plantas	P1	Benzotiadiazol	P01
U	Modo de acción desconocido	Desconocido	Guanidinas	U12
M	Actividad de contacto multipunto	Multi-site	Ditiocarbamatos	M03

Para un conocimiento completo recomendamos visitar la página web del FRAC (http://www.frac.info/menu.htm).

Debemos explicar que en esta clasificación todos los grupos excepto el M se definen por su acción unipunto (*unisite*, *single-site* o *site-specific*). El grupo M se define por su actividad de contacto multipunto (*multisite*) ya explicada en el punto anterior, que significa que existen en él fungicidas, muchos de los cuales son viejos conocidos, que no tienen solamente un único modo de acción sino que actúan de diversos modos simultáneamente. Este grupo de fungicidas es muy interesante para cuando queremos o necesitamos manejar las resistencias, puesto que no las generan o lo pueden hacer raramente debido a sus múltiples vías de acción, por lo que serán absolutamente necesarios en todos los programas de control integrado como combinación o alternativa a los fungicidas unipunto.

Patógenos con mayor riesgo de generar resistencias

La aparición de resistencias a fungicidas en el mundo viene condicionada por el peso de sus cultivos. A nivel mundial son los cereales, especialmente el arroz, los que sostienen las primeras producciones, y por lo tanto son estos mismos cultivos en los que se

ejerce mayor presión de selección sobre poblaciones fúngicas cuando los agricultores aplican fungicidas. Por ello, si consideramos los casos más frecuentes de resistencias a fungicidas desde el uso de los fungicidas modernos, el hongo *Magnaporte grisea*, causante de la piriculariosis del arroz, es el que aporta más citas o casos contrastados a nivel mundial (Hollomon y Wheeler, 2002). Las producciones leñosas ocupan un lugar secundario en este ranking y por lo tanto también los casos en los que aparecen resistencias demostradas. La cita más antigua de resistencias a una enfermedad frutal es sobre la resistencia a dodina (código FRAC U12, modo de acción desconocido) por poblaciones de *Venturia inaequalis*, el hongo causante del moteado o roña del manzano, que data del año 1969 (Gilpatrick y Blowers, 1974). Este hongo también es considerado como uno de los patógenos de alto riesgo a desarrollar resistencias a fungicidas, por lo que es necesario y se exige siempre un monitoreo de su comportamiento ante los fungicidas habituales.

Síntomas de oídio en hojas de manzano.

Existe un riesgo potencial de generar resistencias a fungicidas en función de dos condicionantes principales: el patógeno/cultivo y la presión fungicida. Para la detección de las resistencias se establecen programas organizados desde el FRAC que se dividen entre los principales grupos químicos más susceptibles de generar éstas, mediante grupos específicos de trabajo:

1. **AP** o fungicidas anilinopirimidinas. Son los fungicidas cyprodinil, mepanipyrim y pyrimethanil.
2. **AZN** o fungicidas azanaftalenos. Son los fungicidas quinoxifen y proquinazid.
3. **CAA** o fungicidas amidas del ácido carboxílico. Son fungicidas tipo dimetomorf, el más conocido.
4. **SBI** o fungicidas inhibidores de la síntesis del esterol (anteriormente DMIs). Entre estos se incluyen los fungicidas más conocidos, como los de los grupos químicos imidazoles, pirimidinas y triazoles.
5. **SDHI** o fungicidas succinato-dehidrogenasas. Entre éstos se incluyen fungicidas conocidos como la carboxina, oxicarboxina o la boscalida.
6. **QoI** o fungicidas más conocidos como strobilurinas. Este es un grupo de crecimiento importante estos últimos años.

Estos programas establecen seguimientos y recogida de muestras en muchos países, también en España, sobre diversos cultivos y respecto de algunos organismos de mayor riesgo potencial. El rango de seguimiento, si bien limitado, aporta mucha información sobre la aparición de resistencias en diferentes países.

Situación actual en frutales

Con las premisas anteriores presentamos el **cuadro V**, que recoge los seguimientos que viene realizado el FRAC respecto los patógenos más susceptibles a generar resistencias en nuestro país. Se presentan los últimos datos analizados y expuestos en las reuniones de los grupos de trabajo entre 2011 y 2016.

Los datos de las prospecciones del FRAC nos indican un 24% de frecuencia de detecciones de resistencias en España en el período 2011-2017 sobre un total de 66 seguimientos respecto a patógenos y productos comerciales de fungicidas de alto riesgo. En total son 16 detecciones de las cuales 10 son nuevas y 4 se refieren a una situación de estabilidad en las resistencias detectadas anteriormente, concretamente para oídio y podredumbre gris en vid y para oídio y moteado en manzano. Los cultivos donde se han detectado resistencias han sido fresa, manzano, trigo, vid y hortícolas. Los grupos químicos con más detecciones, cinco, han sido las strobilurinas (QoI) y los DMI y aminas (SBI), y en menor grado las anilinopirimidinas, las amidas del ácido carboxílico y los inhibidores de la succinato dehidrogenasa (dos detecciones respectivamente para cada grupo). Respecto a los azanaftalenos, no se han detectado resistencias.

En general las detecciones de resistencias en España, cuando suceden, no son numerosas excepto para patógenos en vid, manzano y algunas hortícolas, que son en el fondo unos de los cultivos con mayor presión fungicida en nuestro territorio. Tiene sentido si los comparáramos con los datos respecto a Europa, con muchísimas más detecciones. Concretando en frutales, las prospecciones tienen en cuenta las enfermedades del manzano desde hace muchos años y desde fechas más recientes las de los frutales de hueso. No sabemos si esta gestión incipiente supone que aún no se han desarrollado planes exhaustivos de detección de poblaciones resistentes en los cultivos de melocotonero, albaricoquero, ciruelo, cerezo y otros de hueso. De hecho, por el momento no se han detectado poblaciones resistentes de *Monilinia* spp. a fungicidas, una enfermedad que preocupa mucho a los agricultores, aunque sabemos que existen problemas serios para controlar esta enfermedad en muchas explotaciones y la presión de tratamientos es elevada en muchos casos.

Los datos mostrados suponen una advertencia de que se deben gestionar con más cuidado, si cabe, los tratamientos en el sentido de no generar resistencias en los mencionados cultivos. En el resto de cultivos

(Continúa en pág. 58)

CUADRO V.

SEGUIMIENTOS REALIZADOS POR EL FRAC EN EL PERIODO 2011-2016.

Grupo químico FRAC		Patógeno	Cultivo	Resistencia
AP	**Anilinopirimidinas** cyprodinil, mepanipyrim, pyrimethanil	*Botrytis* spp. *Botrytis* spp. *Venturia* spp.	Vid Fresa Manzano	Baja Moderada No detectada
AZN	**Azanaftalenos** poquinazid, quinoxyfen	*Blumeria graminis* f.sp. *tritici* *Erysiphe necator* *Podosphaera fusca*	Trigo Vid Cucurbitáceas	No detectada No detectada No detectada
CAA	**Amidas del ácido carboxílico** benthiavalicarb, dimethomorph, flumorph, iprovalicarb, mandipropamid, pyrimorph, valifenalate,	*Plamopara viticola* *Phytophthora infestans* *Pseudoperonospora cubensis* *Bremia lactucae*	Vid Patata y tomate Cucurbitáceas Lechuga	De moderada a alta No detectada Detectada No detectada
QoI	**Strobilurinas** azoxystrobin, coumoxystrobin, dimoxystrobin, enoxastrobin, famoxadone, fenamidone, fenaminstrobin, fluoxastrobin, flufenoxystrobin, kresoxim-methyl, mandestrobin, metominostrobin, orysastrobin, pyraoxystrobin picoxystrobin, pyraclostrobin, pyrametostrobin, pyribencarb, triclopyricarb trifloxystrobin	*Blumeria graminis* f.sp. *tritici* *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* *Mycosphaerella graminicola* *Puccinia triticina* *Puccinia hordei* *Pyrenophora teres* *Rhynchosporium commune* *Ramularia collo-cygni* *Pyrenophora tritici-repentis* *Plasmopara viticola* *Uncinula necator* *Venturia inaequalis* *Podosphaera leucotricha* *Monilinia* spp. *Phytophthora infestans* *Alternaria solani* *Phakopsora pachyrhizi*	Trigo Cebada Trigo Trigo Cebada Cebada Cebada Cebada Trigo Vid Vid Manzano Manzano Frutales hueso Patata Patata Soja	No detectada No detectada Moderada No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada De cero a baja Baja De baja a alta De baja a alta No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada
SBI	**Inhibidores de la síntesis del esterol** **DMIs y aminas** azaconazole, bitertanol, bromuconazole, cyproconazole, difenoconazole, diniconazole, epoxiconazole, etaconazole, fenbuconazole, fluquinconazole, flusilazole, flutriafol, hexaconazole, imibenconazole, ipconazole, metconazole, myclobutanil, penconazole, propiconazole, simeconazole, tebuconazole, tetraconazole, triadimefon, triadimenol, triticonazole, prothioconazole, triforine, pyrifenox, pyrisoxazole, fenarimol, nuarimol, imazalil, oxpoconazole, pefurazoate, prochloraz, triflumizole, aldimorph, dodemorph, fenpropimorph, tridemorph, fenpropidin, piperalin, spiroxamine, fenhexamid, fenpyrazamine, pyributicarb, naftifine, terbinafine	*Mycosphaerella graminicola* *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* *Puccinia triticina* *Oculimacula yallundae* *Pyrenophora tritici-repentis* *Puccinia striiformis* *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* *Rhynchosporium commune* *Pyrenophora teres* *Ramularia collo-cygni* *Erysiphe necator* *Venturia inaequalis* *Podosphaera leucotricha* *Alternaria* spp. *Botrytis cinerea*	Trigo Trigo Trigo Trigo Trigo Trigo Cebada Cebada Cebada Cebada Vid Manzano Manzano Patata y tomate Vid	Baja No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada No detectada Sin cambios Sin cambios Sin cambios No detectada Sin cambios
SDHI	**Inhibidores de la succinato deshidrogenasa** benodanil, flutolanil, mepronil, isofetamid, fluopyram, fenfuram, carboxin, oxycarboxin, tifluzamide, benzovindiflupyr, bixafen, fluxapyroxad, furametpyr, isopyrazam, penflufen, penthiopyrad, sedaxane, pydiflumetofen, boscalid, pyraziflumid	*Mycosphaerella graminicola* *Puccinia recondita* *Puccinia striiformis* *Oculimacula yallundae* *Microdochium* spp. *Blumeria graminis* *Pyrenophora teres* *Rhynchosporium secalis* *Ramularia collo-cygni* *Puccinia hordei* *Botrytis cinerea* *Erysiphe necator* *Venturia inaequalis* *Podosphaera leucotricha* *Monilinia* spp. *Sphaerotheca fuliginea* *Podosphaera xanthii* *Erysiphe cichoracearum* *Golovinomyces cichoracearum* *Botrytis cinerea* *Botrytis cinerea* *Sclerotinia sclerotiorum* *Leptosphaeria* spp. *Alternaria alternata*	Trigo Trigo Trigo Cebada Trigo y cebada Trigo y cebada Cebada Cebada Cebada Cebada Vid Vid Manzano Manzano Frutales de hueso Cucurbitáceas Cucurbitáceas Cucurbitáceas Cucurbitáceas Fresa Tomate, lechuga,... Colza Colza Brocoli	No detectada Detectada No detectada No detectada Detectada

no ha habido detecciones, lo que no significa que no existan poblaciones resistentes de algún organismo a ciertos fungicidas. Las prospecciones del FRAC a nivel europeo, y también en España, son buenas indicadoras pero con pocos puntos de muestreo para las dimensiones de nuestra agricultura, lo que significa que la fotografía de la presencia de resistencias podría cambiar con una mayor presión de muestreo y sobre más cultivos que los que aparecen en el **cuadro V**.

Aparte de los seguimientos que realizan los grupos de trabajo del FRAC, existen unos pocos grupos españoles de investigación que trabajan en este campo y han aportado información. En este sentido podríamos citar los trabajos de Bellón *et al.* (2012), López-Ruiz *et al.* (2010), Fernández-Ortuño *et al.* (2006) y Del Pino *et al.* (2002) en cucurbitáceas, sobre resistencias a los QoI y a los DMI, aunque ninguno de ellos en frutales. ■

BIBLIOGRAFÍA

Almacellas J y Sánchez JP. 2013. ¿Tenemos resistencias a fungicidas? Situación en España y su manejo. Phytoma España 247: 32-39.

Bellón-Gómez D., Pérez-García A., de Vicente A. y Torés JA. 2012. Control integrado del oídio de las cucurbitáceas. Vida Rural, 344: 24-27.

Brent K.J. 1986. Detection and monitoring of resistant forms: an overview. In Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management. National Academy Press, Washington DC, 298-312.

Brent K.J. y Hollomon D.W. 2007. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? FRAC Monograph No. 1 (second, revised edition). Publicación del Fungicide Resistance Action Committee. 60 p.

Brent K.J. y Hollomon D.W. 2007. Fungicide resistance: The assessment of risk. FRAC Monograph No. 2 (second, revised edition). Publicación del Fungicide Resistance Action Committee. 28 p.

Damicone J. y Smith D. 2009 Fungicide resistance management. Oklahoma Cooperative Extension Service Fact Sheet EPP-7663. 8 p.

Del Pino D., Olalla L., Pérez-García A., Rivera M.E., García S., Moreno R., de Vicente A. y Torés J.A. 2002. Occurrence of races and pathotypes of cucurbit powdery mildew in south-eastern Spain. Phytoparasitica 30: 459-466.

Fernández-Ortuño D, Pérez-García A, López-Ruiz FJ, Romero D, De Vicente A y Torés JA. 2006. Occurrence and distribution of resistance to QoI fungicides in populations of Podosphaera fusca in south central Spain. European Journal of Plant Pathology 115, 215-222.

FRAC. 2013. Fungicide Resistance Action Committee. Página web: www.frac.info

Gilpatrick JD y Blowers DR. 1974. Ascospore tolerance to dodine in relation to orchard control of apple scab. Phytopathology 64:649-652.

Hollomon D.W. y Wheeler I.E. 2002. Controlling powdery mildews with chemistry. In Bélanger R.R, Bushnell W.R., Dik A.J. y Carver L.V. (eds.). The powdery mildews. A comprehensive treatise. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 249-255.

Knipling EF. 1972. Entomology and the Management of Man's Environment. Australian Journal of Entomology. 11: 153-167. Doi:10.1111/j.1440-6055.1972.tb01618.x.

López-Ruiz FJ, Pérez-García A, Fernández-Ortuño D, Romero D, García E, de Vicente A, Brown J y Torés JA. 2010. Sensitivities to DMI fungicides in populations of Podosphaera fusca in south central Spain. Pest Management Science 66, Issue 7: 801-808.

MAGRAMA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Registro de Productos Fitosanitarios. Dirección web: http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp

Smith IM, Dunez J, Phillips DH, Lelliot RA y Archer SA. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 671 páginas.