



SYMPOSIUM ANIDAD VEGETAL

*Hacia la Gestión
Integrada de Plagas*

23, 24 y 25 de Enero
Sevilla, 2013

Organiza



COLEGIO OFICIAL
INGENIEROS TÉCNICOS AGRÍCOLAS
ANDALUCÍA OCCIDENTAL

Patrocinan



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE

Colaboran



Asociación Empresarial para
la Protección de las Plantas



AGROENVASES, S. L.



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE SANIDAD VEGETAL



ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE
ACEITE DE OLIVA Y ACEITUNA DE MESA



MUTUA NACIONAL DE INGENIEROS
TÉCNICOS COLEGIADOS



Symposium Nacional de Sanidad Vegetal (12º. 21012. Sevilla)

12º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal : Sevilla, 23, 24 y 25, de enero de 2013. -- Sevilla :
Consejería de Agricultura y Pesca y Medio Ambiente, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2012
272 p. : il., tabl., gráf. ; 24 cm. -- (Agricultura. Congresos y jornadas)

D.L. SE 4737-2012

Agricultura. – Sanidad vegetal. – Congresos y asambleas. – Innovación
Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente
Congresos y jornadas (Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente) Sanidad vegetal

632.9 (042)

© *Edita:* JUNTA DE ANDALUCÍA.
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente

Publica: Secretaría General Técnica,
Servicio de Publicaciones y Divulgación

Producción editorial: Germán López. Servicios Gráficos
Serie: Agricultura. Congresos y Jornadas

Depósito Legal: SE 4737-2012

12º SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL

Sevilla, 23, 24 y 25 de enero de 2013

SEVILLA, 2012



12º SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL COMITÉ DE HONOR

PRESIDENCIA DE HONOR:

Miguel Arias Cañete

Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

MIEMBROS DE HONOR:

José Antonio Griñán Martínez

Presidente de la Junta de Andalucía

Luis Planas Puchades

Consejero de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
Junta de Andalucía

Juan Ignacio Zoido Álvarez

Alcalde de Sevilla

Antonio Ramírez de Arellano López

Rector Magnífico de la Universidad de Sevilla

Isabel García Tejerina

Secretaria General de Agricultura y Alimentación.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Judit Anda Ugarte

Secretaria General de Agricultura y Alimentación.
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
Junta de Andalucía

Valentín Almansa de Lara

Director General de Sanidad de la Producción Agraria.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Rafael Olvera Porcel

Director General de la Producción Agrícola y Ganadera.
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
Junta de Andalucía

José Antonio González Martín

Subdirector General de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Francisco Gallardo García

Delegado Territorial de Agricultura, Pesca y
Medio Ambiente en Sevilla

Emilio Viejo Fraile

Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales
de Ingenieros Técnicos Agrícolas de España

Antonio F. Vergel Román

Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Agrícolas de Andalucía Occidental

José Luís García Palacios

Presidente de la Fundación Caja Rural del Sur

Sergio Dedomenici

Presidente de AEPLA

Ignacio Torrella Mas de Xaxás

Presidente de SIGFITO AGROENVASES S.L.

Julián Cerdán Arizcuren

Presidente de MUNITEC

**12º SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL
ORGANIZADORES**

**PRESIDENTE
Fernando García Prieto**

**COORDINADOR
Carlos León Garrido**

COMITÉ TÉCNICO

**Ricardo Alarcón Roldán
Carlos Avilla Hernández
Juan De Benito Dorrego**

COMITÉ ORGANIZADOR

**Antonio Acosta Herrera
Ramón Aguilar Romero
Andrés Arambarri Cazalis
Manuel Astasio Martínez
Luis Carlos Cía González
Carlos De la Puerta Lomelino
Alfonso Martínez González
Alejandro Rodríguez Barea
Jesús Rossi Escalona
Javier Ruíz Naranjo
Antonio F. Vergel Román**

SECRETARÍA

**Mariola Cía López de Lemus
Mercedes Domínguez Respaldo
Sandra Jordán Piñar
Ana Luque Fernández**

ÍNDICE

PONENCIAS MAGISTRALES:

1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SEGUIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS. LA RED DE ALERTA E INFORMACIÓN FITOSANITARIA DE ANDALUCÍA (RAIF)
Ricardo Alarcón Roldán pág. 17
2. PROCESO OFICIAL PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA DE INSPECCIÓN OBLIGATORIA DE EQUIPOS DE APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS EN USO EN ESPAÑA
Emilio Gil pág. 23
3. INDICADORES PARA EL USO SOSTENIBLE DE FITOSANITARIOS
Carlos Palomar Peñalba pág. 39
4. MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO, ENVASES Y RESTOS DE FITOSANITARIOS
Luis Victorino Martínez Puras pág. 43
5. EL ASESORAMIENTO Y LAS GUÍAS DE CULTIVO COMO HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS (GIP)
Carlos Romero Cuadrado pág. 49
6. EXPERIENCIA DE LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN CÍTRICOS
Alfonso Lucas Espadas pág. 53
7. GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN TOMATE DE INDUSTRIA, EL CASO DE *TUTA ABSOLUTA*
José Manuel Durán Álvaro pág. 71

8. OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIS EN CULTIVOS ARBÓREOS EN CONSONANCIA CON LOS PRINCIPIOS DE LA DIRECTIVA 2009/128/CE
Santiago Planas de Martí *et al.* pág. 93
9. GESTIÓN INTEGRADA DE LAS PLAGAS DE LA VID
Vicente S. Marco Mancebón, Ignacio Pérez Morenopág. 109
10. CONTROL BIOLÓGICO EN OLIVAR
Mercedes Campos Arandapág. 127
11. CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN ESPACIOS VERDES URBANOS
Xavier Pons y Belén Lumbierrespág. 145
12. LA RESISTENCIA A FITOSANITARIOS
Pablo Bielza Linopág. 165
13. RESISTENCIA INDUCIDA: UNA NUEVA HERRAMIENTA DE UTILIDAD EN PROTECCIÓN VEGETAL
Antonio Molina, Lucía Jordápág. 177
14. ESPECIALIZACIÓN EN SANIDAD VEGETAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE ENFERMEDADES DE CULTIVOS
Rafael M. Jiménez Díazpág. 193
15. EXPERIENCIAS DE FORMACIÓN DE POSTGRADO EN SANIDAD VEGETAL
Ramón Albajespág. 221
16. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN SANIDAD VEGETAL. AGENTE DE TRANSFERENCIA, MENSAJE, RECEPTOR
José María Sopena Mañas, José Del Moral De la Vegapág. 233
17. EL ASESOR Y LA "RECETA FITOSANITARIA"
Antonio Vergel Román.....pág. 245

PONENCIAS COMERCIALES:

18. MOVENTO® 150 O-TEQ NUEVO INSECTICIDA SISTÉMICO
PARA EL CONTROL DE PLAGAS CHUPADORAS
Izquierdo, Joseppág. 259
19. PROSARO: FUNGICIDA PARA EL CONTROL DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LOS CEREALES Y OTROS CULTIVOS EXTENSIVOS
Prosaro: Fungicide to control the main diseases on cereals and other arable crops
Izquierdo, Joseppág. 261
20. FLUOPICOLIDA: UNA NUEVA SUSTANCIA ACTIVA PARA EL CONTROL DE MILDIOUS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS, PATATA Y VIÑA
Izquierdo, Joseppág. 271
21. DuPont™ Coragen®, UN INSECTICIDA INNOVADOR PARA EL CONTROL DE ORUGAS EN ALGODÓN
Elena Astorpág. 285

PONENCIAS MAGISTRALES

SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SEGUIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS. LA RED DE ALERTA E INFORMACIÓN FITOSANITARIA DE ANDALUCÍA (RAIF)

Ricardo Alarcón Roldán

*Jefe del Servicio de Sanidad Vegetal,
Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera,
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente
de la Junta de Andalucía*

La **Red de Alerta e Información Fitosanitaria (R.A.I.F.)** es un proyecto que se inicia en el año 1996 a partir de la información tomada en campo por un equipo de técnicos propios que servía de base para conocer el estado fitosanitario de los cultivos.

Desde sus inicios, la **RAIF** ha tenido por objetivo dar un servicio para el sector agrícola de una comunidad autónoma como es Andalucía, que cuenta con una superficie agraria útil de más de 4,5 millones de hectáreas, el 51% de la superficie total de Andalucía, de más de 250.000 explotaciones agrarias y cuya producción agrícola supone más de 8.000 millones de euros.

En el año 2004 se incorpora información facilitada por los técnicos de las Agrupaciones de tratamiento integrado en agricultura (ATRIAS) y de las Agrupaciones de Producción Integrada (APIs) a la vez que se refuerza con un equipo propio de técnicos que se dedican a labores de formación, divulgación y seguimiento en materia de sanidad vegetal.

De esta forma se intenta conseguir varios objetivos:

- Disponer de una red de seguimiento de la fenología y de la situación fitosanitaria de los principales cultivos de nuestra región.
- Que dicha red cubra la mayor parte del territorio andaluz.
- Disponer de información fiable y segura sobre la incidencia de las plagas y las enfermedades de los cultivos más importantes para Andalucía.
- Establecer un sistema público de información fitosanitaria en particular y en todo lo relacionado con la sanidad vegetal en general.

Con la información que facilita la **RAIF**, se ofrece a los agricultores una serie de herramientas que les permiten conocer prácticamente en tiempo real las distintas variables que pueden afectar a la sanidad de sus cultivos, todo ello con el objetivo del control integrado de plagas como meta final para una agricultura sostenible y de futuro

Mediante al esfuerzo continuo de la **RAIF**, la red actualmente facilita información sobre la situación fitosanitaria de los siguientes cultivos: algodón, arroz, cítricos, dehesa, fresa, hortícolas protegidos (berenjena, calabacín, judía verde, melón, pepino, pimiento, sandía y tomate), olivo, remolacha azucarera, trigo duro y vid; y se está trabajando para poder incorporar información de otros cultivos significativos en Andalucía como son los subtropicales.

Funcionamiento de la RAIF

Los datos a partir de los cuales se elabora la información fitosanitaria de los distintos cultivos procede de los técnicos de las Agrupaciones de Producción Integrada (APIs) y ATRIAS, así como de los obtenidos por una red propia de técnicos de situados en cada provincia, lo que hace un total de más de 750 técnicos de campo.

En cada provincia andaluza y para cada uno de los cultivos de los que se informa actualmente, se ha dividido el territorio en lo que se denominan ZONAS BIOLÓGICAS, es decir, zonas en las que por sus características agroecológicas las plagas y los cultivos tienen un comportamiento similar, y por tanto se puede dar una información homogénea y más o menos fiable para toda esa zona.

Dentro de cada zona biológica y para cada uno de los cultivos, los datos proceden de lo que llamamos estaciones de control biológico (ECBs), que son puntos de toma de información, tanto de la fenología del cultivo, como del estado de las plagas por parte de los técnicos; estas es-



taciones, son visitadas todas las semanas durante el ciclo de cada cultivo. En total, la **RAIF** cuenta con alrededor de 6.500 ECBs, para todos los cultivos de los que se informa y repartidas por todo el territorio andaluz.

Para cada cultivo se han identificado las plagas y enfermedades más importantes y en cada una de ellas se han

establecido diferentes niveles de presencia o ataque. Estos distintos niveles se muestran en una escala de valores mediante distintos colores que se representan desde la no detección de plagas y/o enfermedades, hasta niveles altos de ataque.

Hay que señalar que esta información no se trata de avisos de tratamientos fitosanitarios, sino de una ayuda para agricultores, técnicos, empresas de servicios, cooperativas agrarias, etc. A la hora de tomar la decisión de una intervención fitosanitaria, hay que atender a las condiciones particulares de cada parcela, ya que la información que transmite la **RAIF** es una orientación privilegiada del estado general de cada plaga y enfermedad en los diferentes cultivos que supervisa y nunca específico de cada explotación agraria.

De esta forma, Andalucía se adelanta a los aspectos planteados en la Directiva 2009/128 por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas, que en su artículo 14.2 relativo a la Gestión Integrada de Plagas, establece que "los estados miembros velarán por que los usuarios profesionales tengan a su disposición la información y los instrumentos para el seguimiento de las plagas y para la toma de decisiones al respecto, así como servicios de asesoramiento sobre la gestión integrada de plagas" y que será obligatoria a partir del 1 de enero de 2014.

La **RAIF** cuenta igualmente con información climática en las zonas de cultivo, para ello dispone de una red de más de 150 Estaciones Meteorológicas Automáticas, cuya información está igualmente disponible en la web.



Estación meteorológica automática

La RAIF en la red

La información que maneja la **RAIF**, se encuentra disponible a través de la página web de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

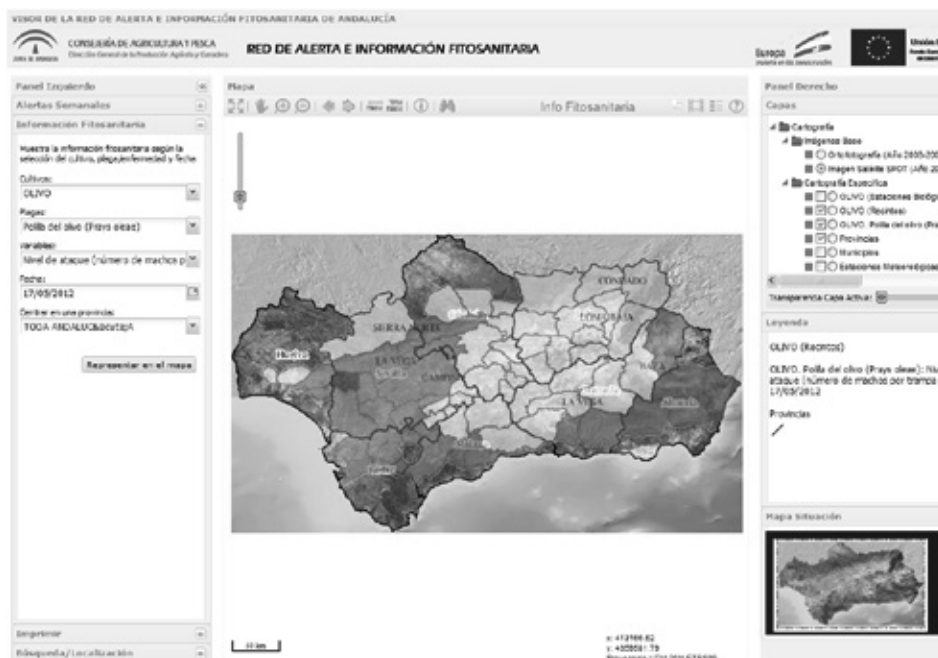
(<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/raif/>)

En el año 2012, la **RAIF** ha cambiado sustancialmente la forma de mostrar la información en la web; así, se ha pasado de un sistema estático en el que la situación fitosanitaria se mostraba a través de mapas fijos, a un sistema de información geográfico basado en un visor SIG, en el que el usuario puede consultar la información fitosanitaria a diferentes niveles, desde provincias enteras hasta parcelas concretas.



Página de inicio de la RAIF en la web de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

Con estas novedades, la **RAIF** se convierte en el único visor SIG del país, relativo a información fitosanitaria de los cultivos, de manera que el sector puede contar con una herramienta potente, gratuita y ágil de cara a planificar sus actuaciones en materia de sanidad de los cultivos.



VISOR de la Red de Alerta e Información Fitosanitaria

Información de la RAIF

Toda la información recopilada, se procesa y se actualiza semanalmente y se estructura en la página web de manera que el lector pueda consultarla a varios niveles:

- Consulta de un “informe de especial interés fitosanitario” por cultivo, editado todos los viernes.
- Consulta de un “informe fitosanitario provincial” editado todos los lunes.
- Consulta de la información específica de cada plaga y/o enfermedad, que se presenta por medio de gráficos, informes y mapas mediante la utilización de un visor SIG.
- Consulta de fichas informativas de las diferentes plagas y enfermedades que afectan a los cultivos observados.

- Información específica de plagas y enfermedades puntuales por su incidencia novedosa en determinados cultivos.
- Consulta de informes de campañas anteriores.

Igualmente, aquellas personas interesadas en recibir información fitosanitaria de algún cultivo, o de alguna provincia en concreto, puede hacerlo a través de su correo electrónico, al que ese le enviará semanalmente un resumen de la situación fitosanitaria del cultivo o cultivos elegidos. Del mismo modo, se ha establecido un sistema de envíos de mensajes SMS sobre situaciones de especial incidencia de plagas o enfermedades en distintos cultivos como el mildiu en la vid o

Toda la información en la web se complementa con un perfil en redes sociales que mantiene al día la información sobre sanidad vegetal, y sirve de plataforma para el contacto entre la administración y los usuarios de la red.

Además en la misma página web de la **RAIF** se puede acceder a otro tipo de información como:

- Acceso a información de cultivos en Producción Integrada.
- Consulta de productos fitosanitarios autorizados en Producción Integrada.
- Noticias relacionadas con la agricultura.
- Datos climatológicos de la Red de estaciones meteorológicas.
- Manuales de campo para el seguimiento fitosanitario de los diferentes cultivos o información detallada sobre plagas nuevas o de especial importancia para nuestras producciones agrícolas.

En definitiva, la RAIF pretende ser una herramienta, basada en las nuevas tecnologías, que sea capaz de facilitar la máxima información posible sobre la situación fitosanitaria de los principales cultivos andaluces, de cara a que los agricultores puedan aplicar con las máximas garantías una gestión integrada de plagas.

PROCESO OFICIAL PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA DE INSPECCIÓN OBLIGATORIA DE EQUIPOS DE APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS EN USO EN ESPAÑA

Dr. Emilio Gil

*Universidad Politécnica de Cataluña
Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología*

RESUMEN

Después de la publicación de la Directiva 2009/128/CE, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente comenzó a desarrollar la legislación nacional para trasponer la normativa europea, en particular aquellos aspectos relativos al artículo 8. Este trabajo se desarrolló en colaboración con algunos expertos de diferentes gobiernos de las Comunidades Autónomas y también de las universidades, y tuvo como resultado la publicación del Real Decreto 1702/2011 a finales de 2011. Para tener una información precisa sobre los equipos de aplicación de fitosanitarios totales que se deben inspeccionar en el tiempo establecido, se publicó el RD 1013/2009 en el que se estableció el registro de todos los pulverizadores en uso. Los agricultores tienen la responsabilidad de tramitar este proceso administrativo en su CCAA (Registro Oficial de Maquinaria Agrícola). Una vez publicada la ley de inspecciones, el MARM está coordinando el proceso de inspecciones de forma individual para cada una de las 17 CCAA a través del llamado Laboratorio Nacional de Referencia (LNR). Este laboratorio se encarga de armonizar y comprobar el método de inspección, validar los documentos y actuar como árbitro, si es necesario, de las actividades desarrolladas por las unidades de inspección. Las unidades de inspección (ITEAF) serán reconocidas oficialmente por las CCAA y deberán cumplir los requisitos establecidos en el RD 1702/2011, incluyendo los aspectos particulares dictaminados por las CCAA. Los requisitos técnicos de las ITEAFs deben estar de acuerdo con los establecidos en el RD. En cuanto a la formación de los inspectores, se ha establecido como requisito previo obligatorio un curso completo de formación de 40 horas. Estos cursos (teóricos y prácticos) serán impartidos por universidades y centros de investigación directamente relacionados con el tema. Para este fin, se ha editado un manual de inspección detallado. Este trabajo presenta la situación actual y los problemas encontrados durante el proceso de desarrollo de la ley y cómo se ha organizado el proceso de inspección en España.

INTRODUCCIÓN

Después de la publicación de la Directiva 2009/128/CE para un uso sostenible de productos fitosanitarios en octubre de 2009, y según el proceso perceptivo, todos los Estados Miembros iniciaron un proceso administrativo con el fin de lograr la incorporación obligatoria de la directiva europea de la UE. Cada Estado Miembro realizó o está realizando este proceso de diferente manera. En el caso de España, el Ministerio de Agricultura, inició el proceso mediante la organización de dos RD diferentes, uno específicamente relacionada con el proceso de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso, y el otro para la gestión completa de todos los otros capítulos incluidos en la Directiva de la UE. El primero de ellos (RD 1702/2011), se aprobó y publicó oficialmente a finales de 2011 y contiene todos los aspectos, procesos, plazos y especificaciones que deben seguir las CCAA, con el objetivo de cumplir con la obligatoriedad de inspeccionar todos los pulverizadores en uso antes de diciembre de 2016. El segundo, el RD 1311/2012 recientemente publicado, incluye todos los demás aspectos relativos a la Directiva europea de usos sostenible. Este esquema descrito representa la estructura y el modo de acción del Plan de Acción Nacional de España a seguir durante los próximos cuatro años.

¿Por qué una inspección?

Existen varias respuestas a esta pregunta. En primer lugar porque existe una relación directa entre calidad de la aplicación y estado del equipo. Un equipo con boquillas defectuosas, con manómetro inadecuado o con un sistema de distribución (barra) que no cumpla los requerimientos mínimos no puede realizar una aplicación correcta de ninguna manera. Se puede argumentar también que, aún a pesar de que la obligatoriedad de las inspecciones es reciente, hace ya más de 25 años que en España se vienen realizando campañas voluntarias de inspección organizadas por organismos oficiales y universidades de diferentes comunidades autónomas. Y ha quedado más que demostrado que un equipo inspeccionado permite realizar aplicaciones de una forma más eficaz (mejor control de la plaga o enfermedad) y más eficiente (reducción de los costes de aplicación). Y un tercer argumento a favor de las inspecciones es los resultados que presentan diversos países de la UE, como Alemania, Bélgica, Holanda, Polonia,... con amplia experiencia sobre el tema (algunos con más de 30 años de experiencia) y que demuestran que el proceso de inspección es algo beneficioso para el usuario.

¿Quién va a inspeccionar mi equipo?

Esta es también una pregunta habitual que se plantean la mayoría de usuarios. El sistema autonómico español otorga a las Comunidades

Autónomas plenas atribuciones en materia de agricultura. Por ello, una vez publicado el Real Decreto por parte del Ministerio, son las CCAA las encargadas de organizar en su territorio el proceso de inspecciones. Para ello deberán reconocerse lo que se conoce como ITEAF, unidades de inspección técnica de equipos de aplicación de fitosanitarios, cuyos requisitos técnicos y legales están descritos en el Real Decreto. Las limitaciones para poner en marcha una ITEAF son pocas. Cualquier persona o empresa puede solicitar el reconocimiento como ITEAF si cumple con los requisitos establecidos, salvo inicialmente los fabricantes o distribuidores de equipos de aplicación de fitosanitarios. Estos únicamente podrán ofrecer el servicio en aquellas comunidades en las que no se disponga de suficientes ITEAF para la inspección de todas las máquinas. Desde el punto de vista práctico la inspección se organizará de tal modo que el usuario no deba desplazarse con su equipo una distancia superior a los 15 km, por lo que es de esperar que las ITEAF dispongan de unidades móviles de inspección.

Una solución interesante podría ser la implementación de este servicio en las Cooperativas Agrarias. La inversión en el equipamiento necesario y la formación del técnico responsable de la unidad permitirían ofrecer un servicio interesante a todos sus asociados. En cualquier caso serán las CCAA las que reconocerán oficialmente las diferentes propuestas de unidades de inspección que se presenten, en el bien entendido que estas deberá ser capaces de cumplir con todos los requisitos establecidos.

Coste de la inspección y frecuencia: preguntas claves que se plantea el usuario

Atendiendo a las cifras que se barajan en estos momentos en los distintos países de la UE, se observa una enorme variabilidad, ya que los diferentes países han organizado el sistema de inspecciones de forma individual por lo que hace referencia al coste. En el caso de España, y si ser una cifra oficial y definitiva, el usuario debe hacer sus cuentas en base a un precio aproximado de 125-150 €/inspección. Esta cifra puede dar lugar en algunos casos a discusiones y protestas, argumentando que se trata nuevamente de una carga impositiva más para el agricultor, carga a añadir a la ya tan depauperada economía de la mayor parte de las explotaciones agrícolas de nuestro país. No obstante miremos esta cifra con otra perspectiva: se trata de una inspección obligatoria cada 3 años, por lo que podemos hablar de unos 40 €/año, entre 3 y 4 € mensuales. Y esta cifra es nada si se compara con el beneficio económico que supone la aplicación de fitosanitarios con un equipo correctamente revisado. La amplia experiencia que el equipo de la Universidad Politécnica tiene en este tema, igual que la acumulada por centros oficiales y universidades del resto del estado Español permite asegurar que un equipo

correctamente revisado, equipado con un manómetro preciso, provisto de unas boquillas adecuadas y utilizado de forma correcta (todo ello garantizado tras la realización de la inspección) puede ahorrar, como mínimo, el 10% del coste total de la protección de cultivos (se incluyen en este caso coste de producto fitosanitario, gasoil, tiempo, agua,...). Está más que demostrado que el usuario, tras la correspondiente inspección, conoce de forma precisa los criterios de calibración de la máquina lo que lleva, siempre, a una reducción de los volúmenes medios de aplicación y, en la mayoría de los casos, también a una reducción de la cantidad de producto fitosanitario empleado. Es decir, esos 40 €/año hay que interpretarlos como una inversión de alta rentabilidad y no como una traba o impuesto añadido.

El parque de maquinaria de tratamientos en España: una incógnita a despejar

Esta es la primera pregunta que hay que resolver antes de organizar el propio proceso de inspección. En diferentes plataformas internacionales, y en base a la experiencia, se ha organizado una base general de datos de alrededor de 300.000 pulverizadores. Pero por desgracia este no es un dato oficial. Por esta razón, en julio de 2009 el Gobierno español publicó una ley (RD 1103/2009) con el propósito de crear un registro oficial de todos los pulverizadores que están en uso en España. Este requisito se estableció como obligatorio antes de poder pasar la inspección. Esta información se ha convertido en un punto clave para los gobiernos de las CCAA con el fin de organizar el proceso de inspección, estableciendo el número adecuado de unidades de Inspección Técnica de Equipos de Aplicación (ITEAF), así como el número, la ubicación y las unidades de formación de inspectores.

Tres años después de la publicación del RD de registro obligatorio, las cifras sobre el número de pulverizadores muestran sólo alrededor del 38% de los pulverizadores previstos (116.053 equipos registrados en marzo de 2012). En cuanto a la distribución según el tipo de pulverizador, el 65,7% ha sido clasificado como atomizadores, el 27,9% como pulverizadores de barra y el 6,4% como otros (incluyendo pulverizadores manuales, pulverizadores neumáticos, etc.). También es importante como se distribuyen en España los pulverizadores en uso entre las 17 CCAA (Gil *et al*, 2012), mostrando grandes diferencias, tanto en número como en tipología (Figura 1). La cifra de unidades registradas va creciendo lentamente. Los datos actualizados a octubre de 2012 indican que el número total de máquinas inscritas asciende a unas 137.000, cifra todavía muy alejada de las expectativas inicialmente previstas.

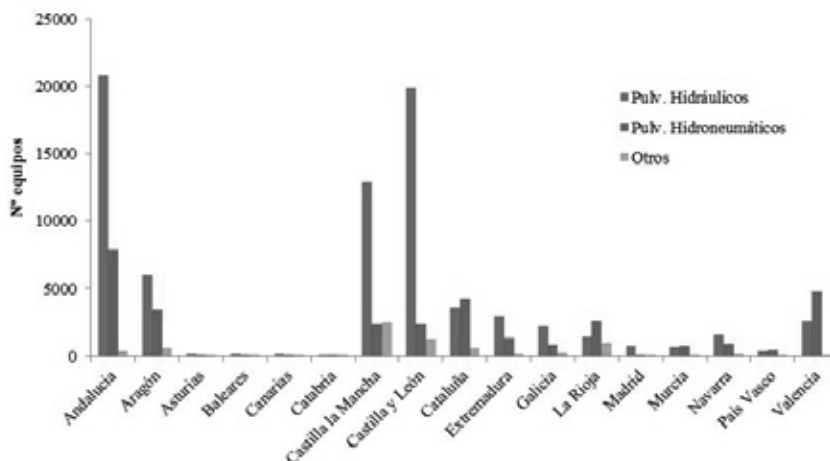


Figura 1. Número de pulverizadores en uso y distribución entre las 17 CCAA (datos oficiales de marzo de 2012)

Una de las primeras consecuencias de esta distribución desigual es la baja relación entre el número de pulverizadores y el uso de productos fitosanitarios (PPP). Como es bien sabido, el uso más intensivo de PPPs en el área mediterránea está relacionado con la producción de hortalizas y frutas, tanto en el exterior como en invernaderos. En el caso de España, estas producciones se sitúan principalmente en toda la costa mediterránea, que incluye desde viñedos y frutales en Cataluña, hasta la producción intensiva de hortalizas en invernaderos en Andalucía, pasando por la producción de cítricos en Valencia. La Figura 2 muestra un análisis comparativo entre el uso de fitosanitarios (Gil, 2006) y la distribución de pulverizadores. Sólo el 39% de los equipos en uso se sitúan en el 25% del área productiva, en donde se registra más del 75% del uso de productos fitosanitarios en España. Por otro lado, el 61% de los pulverizadores en uso están distribuidos en una amplia zona con un bajo uso de fitosanitarios. Las autoridades locales deben tener en cuenta este hecho a la hora de organizar todo el proceso de inspecciones. En principio, parece lógico pensar que cuanto más intenso es el uso de los pulverizadores en una zona, mayor interés tiene el proceso de inspección.



Figura 2: Más del 75% del uso de productos fitosanitarios en España se concentra en menos del 25% de la superficie productiva de la costa mediterránea (izquierda), que corresponde al 38% de los equipos registrados (centro), mientras que la gran parte de los equipos en uso registrados (aproximadamente el 60%) se sitúan en las tres principales CCAA del centro de España (Castilla-León, Castilla La Mancha y Andalucía)

Cursos de formación de inspectores y número de unidades de inspección

Las distintas CCAA tienen la responsabilidad de organizar el proceso de inspección, que conlleva la puesta en marcha de las ITEAF. El proceso oficial se ha establecido según el diagrama de flujo mostrado en la Figura 3. Una vez publicado el RD, cada gobierno autonómico debe diseñar la institución a cargo de las inspecciones. Esta institución debe determinar el número y ubicación de las unidades de inspección, el esquema de formación de inspectores y la recopilación de datos relativos a su área de responsabilidad, además de otros aspectos de menor importancia. Esta estructura basada en las actuales comunidades autónomas puede crear en algunos casos ciertas dificultades, con el fin de garantizar una homogeneidad y armonización de las inspecciones.

Uno de los primeros problemas que hay que resolver está relacionado con el número total de unidades de inspección necesarias para lograr la directriz europea de inspeccionar todos los equipos en uso antes de finales de 2016. Para este fin, y en base a los datos del registro oficial y a la espera de llegar a la cifra alrededor de 300.000 pulverizadores en uso en todo el país, se ha desarrollado un ejercicio prospectivo. Suponiendo un período intenso de inspección de pulverizadores en cada unidad de inspección individual de 6 meses (no es realista prever actividades durante los períodos agrícolas críticos como por ejemplo la época de pulverización, siembra o cosecha) y en base a un número máximo de inspecciones por cada día (alrededor de 6), la tabla 1 muestra la predicción del número total de inspecciones en las ITEAF distribuidos entre las CCAA. Se ha hecho también una prospección con la premisa de que al menos se realizará una inspección cada tres años, siguiendo el proceso obligatorio incluido en la legislación española. Este hecho significa que, al menos un

25% de los pulverizadores deberían asistir a dos inspecciones durante el período de 2012 (octubre) y 2016 (diciembre).

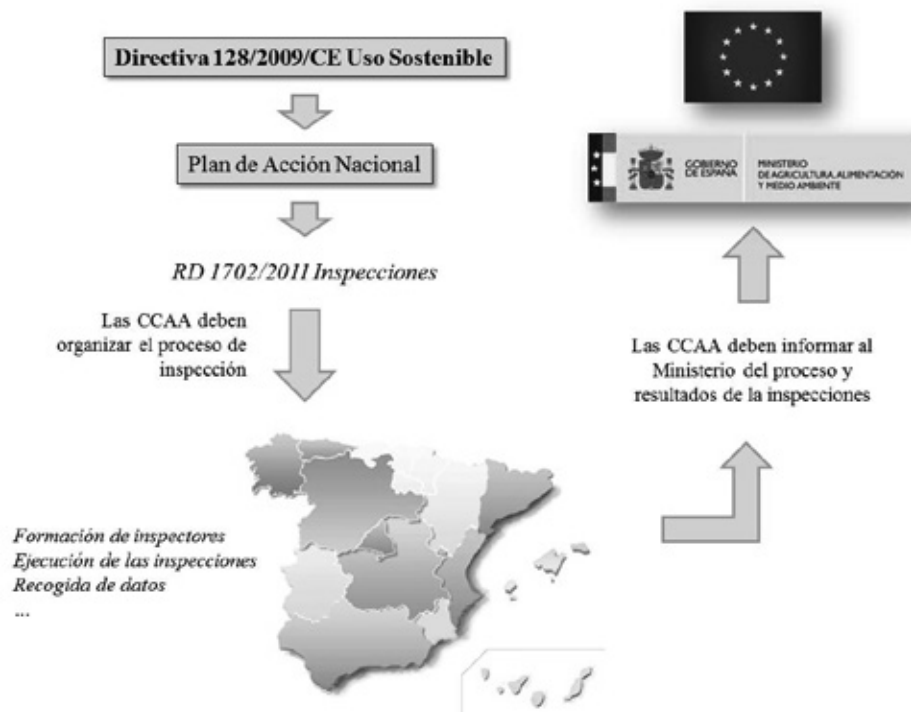


Figura 3: Proceso oficial para la inspección de pulverizadores en uso en España. El sistema involucra directamente a todas las autoridades locales.

Tabla 1: Predicción del número de unidades de inspección y curso de formación de inspectores según CCAA

CCAA	Field sprayers	Orchard sprayers	Other	Total	Total expected	T+25%	Yearly	Monthly ¹	Daily	N° ITEAP ²	N° ITEAP directors	N° Técnicos	N° training courses ³
Asturias	20798	7928	396	29122	7280.5	91006	22752	3792	190	32	32	47	3.9
Aragón	6022	3489	600	10081	25202.5	31503	7876	1313	66	11	11	16	1.4
Aurias	137	44	87	218	545	681	170	28	1	0	0	0	0.0
Baleares	140	60	13	213	532.5	666	166	28	1	0	0	0	0.0
Cantabria	172	114	65	351	877.5	1097	274	46	2	0	0	1	0.0
Cataluña	46	8	12	66	165	206	52	9	0	0	0	0	0.0
Castilla la Mancha	12914	2359	2536	17809	44522.5	55653	13913	2319	116	19	19	29	2.4
Castilla y León	19890	2396	1288	23574	58935	73669	18417	3070	153	26	26	38	3.2
Canarias	3600	4259	605	8464	21160	26450	6613	1102	55	9	9	14	1.1
Extremadura	2957	1327	109	4393	11132.5	13916	3479	580	29	5	5	7	0.6
Galicia	2224	821	211	3256	8140	10175	2544	424	21	4	4	5	0.4
La Rioja	1450	2616	998	5064	12660	15825	3956	659	33	5	5	8	0.7
Madrid	722	67	88	877	2067.5	2584	646	108	5	1	1	1	0.1
Murcia	668	774	63	1505	3762.5	4703	1176	196	10	2	2	2	0.2
Navarra	1540	919	185	2644	6617.5	8272	2068	348	17	3	3	4	0.4
Pais Vasco	388	476	64	928	2320	2900	725	121	6	1	1	2	0.1
Valencia	2616	4765	94	7475	18687.5	23359	5840	973	49	8	8	12	1.0
Spain	76287	32392	7374	116053	290132.5	362666	90666	15111	756	126	126	189	15.7

Un análisis detallado de los datos anteriores indica unas necesidades muy heterogéneas y muy diferentes en cuanto a unidades de inspección

en las 17 CCAA. Los valores van desde 32 unidades de inspección en Andalucía a 0 en algunas otras como Asturias, Canarias, o las Islas Baleares. Este hecho debe ser considerado por los responsables de gestionar el programa de inspección en España para que sea adecuado, productivo y eficiente. En base al reconocimiento mutuo obligatorio entre las unidades de inspección, puede ser que en algunas zonas se deba considerar la posibilidad de realizar acuerdos entre comunidades vecinas con el fin de disminuir la inversión, aumentando la eficiencia del proceso, debido a la muy reducida presencia de equipos de aplicación.

La formación del inspector: punto clave para garantizar el éxito

Según el RD para ser director o técnico de una unidad de inspección será obligatorio un certificado oficial. Este certificado (renovable cada 5 años) se obtendrá después de la asistencia a curso de formación obligatorio prestado por instituciones oficiales. Pero, ¿quién se encarga de la formación y cuáles deben ser las características del curso obligatorio? La primera parte de la pregunta es contestada ampliamente también por el RD, que establece que las Universidades (departamentos de ingeniería agrícola), los centros oficiales de formación, institutos de investigación y desarrollo, y otras instituciones oficiales serán considerados como candidatos para ser responsables de la formación. Este escenario oficial permite a las autoridades de las CCAA diseñar las responsabilidades de formación con una gran variedad de expertos, de conocimiento e instalaciones.



Figura 4: Número esperado de cursos de formación de inspectores y localización de las universidades que participan en el diseño del proceso de formación armonizado.

Con el fin de armonizar en la medida de lo posible el proceso de formación de los inspectores, varias universidades españolas han organizado una actividad coordinada con la intención de presentar a las autoridades de las CCAA un programa de formación homogéneo y uniforme, incluyendo una distribución similar del contenido, instalaciones y experiencia, tratando de evitar que las diferencias entre las CCAA no se aprecien. La figura 4 muestra el mapa dónde se incluyen las universidades involucradas.

En cuanto a las características del curso de formación, el RD especifica en su Anexo IV los requisitos obligatorios en cuanto a contenidos, duración y distribución del tiempo entre la teoría y las actividades prácticas. Se ha diseñado un curso de cuarenta horas (una semana) con una distribución de actividades 60% teóricas y prácticas 40%. Al final del curso se ha establecido un examen obligatorio en el que al menos se incluye un proceso completo de inspección desde el punto de vista práctico. La tabla 2 muestra la distribución horaria y los contenidos establecidos del curso de inspectores. La asistencia al curso es obligatoria para todos los aspirantes a inspectores y se requieren algunos requisitos previos (título universitario o de formación profesional de grado superior que incluyan en sus programas de estudios materias relativas a la sanidad vegetal, a la producción agraria o a la fabricación y caracterización de maquinaria).

Tabla 2 Contenido de los cursos de formación de inspectores, de acuerdo con lo establecido en el RD 1702/2011 y cumpliendo con las especificaciones de la Directiva de Uso Sostenible en cuanto a contenidos mínimos para la formación de los responsables de las unidades de inspección.

Tema	Contenidos
1	<i>El nuevo marco comunitario sobre el uso de plaguicidas</i> Introducción. Importancia de la calidad de las aplicaciones de fitosanitarios. Directiva Europea de Uso Sostenible. Planes de Acción Nacional.
2	<i>Tecnología de aplicación de fitosanitarios: equipos</i> Equipos de aplicación de fitosanitarios: clasificación, elementos principales y descripción sistematizada. Pulverizadores hidráulicos y pulverizadores hidroneumáticos. Pulverizadores neumáticos. Pulverizadores manuales.
3	<i>Tecnología de boquillas</i> Tipos de boquillas. Características. Criterios de selección. Boquillas y tamaño de gotas. Clasificación. Clasificación ISO de boquillas. Boquillas de baja deriva. Otras boquillas especiales
4	<i>El sector de fabricantes de pulverizadores</i> Datos generales. Principales fabricantes nacionales. Fabricantes europeos en el mercado español. Fabricantes de boquillas
5	<i>Buenas prácticas fitosanitarias</i> Buenas prácticas fitosanitarias: Seguridad y calidad. Proyectos TOPPS y PROWADIS. Reducción del riesgo de contaminación

Tema	Contenidos
6	Regulación de los equipos de aplicación Calibración de un pulverizador hidráulico. Calibración de un pulverizador hidroneumático. Calibración de equipos manuales. Herramientas para la calibración. Utilización de los catálogos de boquillas. Aplicaciones "on line". Selección de boquillas
7	Mantenimiento de los equipos de aplicación Impacto del mal mantenimiento en la calidad de distribución y en el medio ambiente. Desgaste de las boquillas. Desajustes del manómetro. Mantenimiento de filtros y otros elementos
8	Seguridad durante la aplicación La seguridad, fundamental. Equipos de protección individual (EPI). Medidas obligatorias. Información de la etiqueta del producto. Requerimientos específicos.
9	Iniciación teórica al protocolo de inspecciones Introducción. Importancia del equipo en la calidad de la aplicación. Beneficios de la inspección. Organización de las inspecciones en Europa. Inspecciones en España. RD 1706/2011. Normativa ISO y UNE.
10	Equipamiento para una inspección. Equipamiento necesario para una inspección. Características y funcionamiento. Tolerancias. Requerimientos mínimos. Calibración de la instrumentación.
11	Metodología de las inspecciones. El Manual de Inspecciones Establecimiento de citas. Presentación del equipo para una inspección. Contrato. El Manual de inspecciones.
12	Procedimiento de una inspección Estado de recepción del equipo a inspeccionar. Condiciones. Medidas de seguridad. Toma de medidas y documentos a rellenar. Organización práctica del proceso. Inspección respetuosa con el medioambiente. Material y equipamiento básico. El procedimiento de inspección.
13	Aplicación informática para la realización de una inspección Presentación. Funcionamiento. Introducción de datos. Elaboración de informes
14	Criterios de evaluación. Interpretación y consecuencias Resultados de una inspección. Interpretación de resultados. Inspección favorable. Inspección desfavorable: causas. Deontología, responsabilidad, reclamaciones y recursos. Acciones posteriores a la inspección.
15	Aspectos legales de la inspección Emisión del informe de la inspección. Organización y planificación de la transmisión de los resultados al centro oficial responsable de las inspecciones. Información al usuario. Características de la etiqueta adhesiva. Informe favorable. Informe desfavorable: explicación de los defectos y propuesta de soluciones. Pasos a seguir por el usuario.

Normativas en marcha en las distintas CCAA

Tal como se ha explicado en las líneas anteriores, el proceso de organización del programa de inspecciones depende, en última instancia, de las CCAA. Son estas las responsables de coordinar todo el proceso, incluida la formación de los inspectores, así como de enviar la información y los resultados del proceso al Ministerio de Agricultura. En el momento de escribir este texto existe ya alguna Comunidad Autónoma como

la Comunidad Foral de Navarra, que ha publicado ya la Orden Foral 79/2012 de 24 de Agosto por la que se regula el proceso de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso en la Comunidad. Otras comunidades como Galicia disponen ya en fase avanzada del borrador de Decreto para la regulación. Lamentablemente, en el lado opuesto se encuentran muchas otras CCAA que no han desarrollado todavía el proceso legal para la puesta en marcha de las inspecciones, mientras que los plazos se mantienen y la fecha límite de diciembre de 2016 cada vez está más próxima.

El Laboratorio Nacional de Referencia

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 10 del Real Decreto 1702/2011 por el que se regula el proceso de inspecciones obligatorias de los equipos de aplicación de fitosanitarios en uso, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino designará un Laboratorio Nacional de Referencia de Inspecciones de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios. Este Laboratorio Nacional de Referencia de Inspecciones de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios, público o privado, ejercerá las funciones de armonización y contraste de los métodos y técnicas de inspección, y efectuará los análisis o ensayos que, a efectos arbitrales o con otros fines, les sean solicitados, según lo establecido en el apartado 4 del artículo 47 de la Ley 43/2002 de Sanidad Vegetal.

La decisión adoptada por el MAGRAMA, previa consulta con las Comunidades Autónomas y entidades de los sectores más afectados, ha sido la de nombrar como Laboratorio Nacional de Referencia al Centro de Mecanización Agraria, del Departamento de Agricultura, Alimentación y Medio Rural de la Generalitat de Cataluña, localizado en Lérida. Esta designación se recoge en la Orden AAA/1053/2012 de 16 de Mayo, publicada en el BOE de 21 de Mayo de 2012. Entre las funciones a desarrollar por esta laboratorio de referencia figuran los trabajos de desarrollar protocolos de procedimiento y métodos de inspección no establecidos mediante normas técnicas, coordinar la actualización del Manual de inspecciones de los diferentes equipos de aplicación, realizar análisis y ensayos a efectos arbitrales cuando le sean solicitados por los órganos competentes de las comunidades autónomas a instancia de las ITEAF (Estaciones de Inspección de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios) establecidas en su territorio, y para mejorar las técnicas de inspección de las mencionadas estaciones de ensayo.

Formación e información al usuario: bases para el éxito

En base a una amplia experiencia previa en todas las regiones, la formación, una buena información y el proceso de formación de los usuarios se han convertido en puntos clave para garantizar el éxito del proceso de inspecciones (Gil, 2001; Gil y Gracia, 2004; Gil, 2007). Este hecho se puede garantizar siguiendo dos líneas principales: a) un programa adecuado y de alto nivel en la formación de los inspectores y b) la implementación de forma obligatoria de alguna actividad informativa / formativa durante el proceso de inspección en sí, la promoción de la participación de los usuarios y el aumento de su conocimiento acerca de qué, por qué y cómo se llevan a cabo las diferentes medidas, requisitos o evaluaciones durante el proceso.

Para ello, se lograron algunos acuerdos entre los responsables de las CCAA del programa de inspecciones con la finalidad de mejorar el conocimiento del usuario durante el proceso:

- Los resultados de la inspección visual deben ser explicados / comentados con el propietario durante la inspección.
- Los resultados de las diferentes mediciones (caudal de las boquillas, medición de la presión, distribución horizontal, etc.) deben explicarse (tiempo estimado entre 5-10 min) inmediatamente después del proceso de medición.

Otra acción interesante a destacar como acción oficial implementada en España con el objetivo de aumentar el nivel de conocimiento y educación de los usuarios, ha sido la publicación del manual de inspección de los pulverizadores en uso.

Esta herramienta está principalmente enfocada y dedicada a facilitar la comprensión de todo el proceso para los futuros inspectores y responsables de las ITEAFs. El manual (Figura 5), ha sido desarrollado por la Universidad Politécnica de Cataluña, la Universidad de Lleida y el Centro de Maquinaria Agrícola de la Generalitat de Catalunya, e incluye una explicación detallada (con soporte gráfico y fotografías) de cada acción a desarrollar durante la inspección. Según lo publicado en el RD, el manual oficial de inspecciones está disponible en el sitio web oficial del Ministerio de Agricultura.

La propuesta de incluir acciones formativas o informativas durante el proceso de la inspección no es nueva. Experiencias piloto llevadas a cabo de forma voluntaria en distintos países de la UE demuestran que el éxito, los beneficios y el interés del proceso de inspección se ven enormemente incrementados con un adecuado proceso formativo e informativo

del usuario. En general los agricultores previeren los incentivos que las penalizaciones, mucho más difíciles de aceptar estas últimas. Por esta razón la transferencia de conocimientos y la información al usuario se presentan como elementos clave para el éxito de las inspecciones.



Figura 5: Manual para la inspección de los pulverizadores en uso. Disponible en www.uma.deab.upc.edu y www.magrama.es

Un estudio realizado en Bélgica (Braekman and Sonck, 2005) puso de manifiesto en su momento que el programa obligatorio de inspección de equipos de aplicación en uso debería ser una acción educativa más que represiva, de forma que se garantizara el éxito y el beneficio para el usuario. Y en este sentido Kreuger and Nilsson (2001) concluyeron que los agricultores son mucho más receptivos a aceptar información cuando esta se genera y transmite de forma personal y de acuerdo a los condicionantes específicos, siendo en estos casos mucho más eficaz que campañas de difusión de material escrito.

La experiencia y los resultados obtenidos a lo largo de los últimos años en diferentes Estados Miembros y circunstancias permiten afirmar que el éxito de los programas obligatorios de inspección pasa por un adecuado proceso de información y formación del usuario, en el lugar y momento de la inspección (Figura 6). Cualquier otra acción de carácter mucho más

burocrático está abocada al fracaso y fomentará acciones contrarias a la inspección por parte del colectivo receptor.



Figura 6 La incorporación de acciones formativas/informativas al proceso oficial de la inspección incrementa el interés y garantiza la efectividad de la acción

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Después del largo período de tiempo y las dificultades observadas en España durante el proceso oficial para el establecimiento de RD, cabe destacar algunos aspectos o comentarios:

- El establecimiento de un proceso de inspección oficial en 17 CCAA diferentes a la vez es un reto importante
- La información precisa sobre el número y la distribución de los equipos de aplicación de fitosanitarios es clave para una adecuada organización
- La formación de los inspectores debe ser manejada como un “punto primordial” para la garantía del éxito de todo el proceso

- Las modificaciones recientes sobre el proceso oficial de inspección (EN 13790 que será sustituida en breve por la norma ISO 16122) aumentarán la necesidad de formación.
- Los Estados Miembros que están en proceso de establecer el proceso de inspección obligatoria deben aprovechar la experiencia de otros estados que ya lo han probado.

REFERENCIAS

BOE 2009 Real Decreto 1013/2009, de 19 de junio, sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola. BOE Nº 170, 15 de julio de 2009, secc. I, pag. 59107. Disponible en: www.boe.es

BOE 2011 Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. BOE Nº 296, 9 diciembre de 2011, secc. I pag. 130569. Disponible en: www.boe.es

BOE 2012 AAA/1053/2012, de 16 de mayo, por la que se designa el Laboratorio Nacional de Referencia de Inspecciones de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios. BOE Nº 121, 21 de mayo de 2012, secc. I, pag. 36624. Disponible en: www.boe.es

BOE 2012 Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. BOE Nº 223, 15 septiembre de 2012, secc. I pag. 65127. Disponible en: www.boe.es

BONA 2012 Orden Foral 79/2012, de 24 de agosto, del Consejero de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, por la que se establece el sistema de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, en Navarra. BONA Nº 195, 3 de octubre de 2012, pag. 11016

Braekman P. and Sonck B. 2005. The periodic inspection of sprayers in Flanders, Belgium, as a means to instruct farmers in the maintenance of their sprayer. *Annual Review of Agricultural Engineering* 4(1): 379-385

Gil, E. 2001. Inspection of sprayers in use. Quality improvement by increasing farmer's formation. *Parasitica* 57(1-2-3): 157-166

Gil, E. 2006 The Spanish perspective on pesticide application issues on international standards and regulatory demands. *Aspects of Applied*

- Biology 77, 2006, International advances in pesticide application 2006, 51-62.
- Gil, E. 2007 Inspections of sprayers in use: a European sustainable strategy to reduce pesticide use in fruit crops. *Applied Engineering in Agriculture*, Vol. 23(1): 49-56.
- Gil, E. and Gracia, F. 2004. Compulsory inspection of sprayers in use: Improving efficiency by training and formative aspects. In *First European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe – SPISE*, ed. H. Ganzelmeier and H. J. Wehmann, 114-119.
- Gil, E. Montemayor, V. and Gracia, F. 2012. The official procedure for mandatory inspection of sprayers in use in Spain. How to deal with regional autonomous authorities. In *Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe – SPISE*, ed. H. Ganzelmeier and H. J. Wehmann (in press).
- Kreuger J. and Nilsson E. 2001. The Catchment scale risk-mitigation experiences – key issues for reducing pesticide transport to surface waters. *BCPC Symposium Proceedings nº 78, Pesticide Behaviour in Soil and Water*, 2001, pp. 319-324.

INDICADORES PARA EL USO SOSTENIBLE DE FITOSANITARIOS

Carlos Palomar Peñalba
Director General de AEPLA

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura se enfrenta a grandes retos. En 2020 la población global alcanzará los 6,8 billones y los 9 billones en 2050. Esta población creciente y sus demandas, así como el número de personas malnutridas supone un reto para responder a la demanda alimentaria, de alimentos para el ganado y el mantenimiento de los recursos renovables.

La tierra cultivable es un factor limitado, por lo que se necesita aumentar la productividad de las tierras actualmente cultivadas y el uso de fitosanitarios innovadores es indispensable para asegurar la cantidad y calidad de alimentos a precios asequibles.

Al implementar la Directiva 2009/128 debe asegurarse el papel clave que tienen los fitosanitarios en este reto, a la vez que se asegura que se usan de una manera sostenible.

2. LA SOSTENIBILIDAD Y SU EVOLUCIÓN COMO CONCEPTO

Los fitosanitarios, como otros elementos de producción, fueron considerados como elementos contaminantes utilizados para producir más y más, en un contexto de excedentes alimentarios lo que llevó, al acuerdo de que la sostenibilidad agrícola se refería sólo al medio ambiente y la vía para mejorar su impacto sería reducir el uso de fitosanitarios, de ahí programas como el danés para reducción del 40 % en el uso y alguno de los artículos de la nueva Directiva en los que claramente se habla de fomentar los procedimientos no químicos, independientemente de su impacto ambiental o en la sostenibilidad del medio agrícola en su conjunto.

En la redacción final de la directiva se asume un concepto más amplio de la sostenibilidad, centrada en el uso y se formula como "reducción de los riesgos e impactos del uso de fitosanitarios"

En algunos sectores la relación entre recursos utilizados, gasóleo, agua y suelo y la producción es un indicador de sostenibilidad que no tiene por qué serlo en el caso de los fitosanitarios.

En el caso de otros medios: semillas, protección química, biológica o biotecnológica puede ser necesario intervenir más y más, según el potencial productivo obtenido sea mayor. En estos casos la sostenibilidad tiene más que ver con el impacto que su uso pueda tener en nuestro entorno, en nuestra salud o en nuestros alimentos. Aumentar la biodiversidad en los campos, no ocupar más tierra y mantener el agua en perfectas condiciones es el reto.

El nuevo concepto de sostenibilidad abarca, por tanto, las tres principales áreas y en ellas hay que definir los indicadores: sostenibilidad económica, sostenibilidad ambiental y sostenibilidad social.

Los indicadores deberían ser capaces de demostrar el progreso alcanzado y, por ello, el grado de sostenibilidad logrado.

Para cada estado miembro el principal reto es identificar no sólo las estrategias más apropiadas y las medidas a tomar en ellas, sino qué indicadores se corresponden con ellas y son rápida y fácilmente medibles en áreas tan difusas como la sostenibilidad social. Finalmente, seleccionar indicadores que muestren el progreso de las medidas con más impacto y centrarse en ellos tal como existen muchos parámetros relacionados con la salud y se utilizan algunos claves para realizar un chequeo médico: tensión arterial, azúcar en la sangre, colesterol, número de hematíes, análisis visual y auditivo.

3. REQUISITOS PARA INDICADORES EFICIENTES

Además de los principios generales citados más arriba, hay algunos que los indicadores útiles deben cumplir:

Que sean relevantes. Deben reflejar el contexto real y sus complejas interacciones. Deben poder mostrar la reacción a los cambios y a las medidas tomadas y ser capaces de reflejar las tendencias hacia los objetivos deseados.

Que sean comparables. Deben permitir una comparación en el tiempo y en las diversas áreas geográficas, tanto en un país, como entre países.

Prácticos y posibles. No deben servir para ejercicios teóricos sino reflejar la realidad. También la capacidad y el coste de conseguirlos y realizar los cálculos correspondientes debe considerarse.

Comprensibles. Deben ser fáciles de medir, entender y, especialmente para públicos no técnicos o regulatorios, especialmente los medios o la opinión pública, para una adecuada comprensión del progreso alcanzado.

Verificables. Datos adecuados, sólidos que puedan ser comprobados.

4. LA DIRECTIVA DE USO SOSTENIBLE. APLICACIÓN EN ESPAÑA Y DESARROLLO DEL PLAN DE ACCIÓN NACIONAL

La Directiva fue transpuesta con un Real Decreto en Septiembre de 2012 y un Plan de Acción Nacional fue elaborado durante el período Mayo 2012- Noviembre 2012, siendo un documento muy completo que recoge los principios fundamentales de reducción del impacto del uso de fitosanitarios , manteniendo las bases para la productividad agrícola.

Hay que destacar que fuera realizada con la aportación de los principales participantes en el mercado, industria, distribuidores y agricultores y un papel destacado de varias Comunidades Autónomas en su redacción.

También hay que considerar que se recogen indicadores en los tres ámbitos citados: medioambientales, económicos y sociales.

Debemos citar como indicadores muy interesantes aquellos relacionados con el desarrollo de la gestión integrada de plagas, la formación de los agricultores y el control de almacenes, del tráfico de fitosanitarios ilegales y de la calidad de las aguas.

Sin entrar en los detalles de las medidas y los objetivos establecidos, que ya se revisarán en la ponencia correspondiente por parte del Magrama, hay que resaltar que a 29 medidas le corresponden 78 indicadores, lo que va a suponer un ejercicio importante de recopilación de datos y su transmisión y análisis para el informe de progreso correspondiente. Todo ello a desarrollar puntualmente por las Comunidades Autónomas y a transmitir a la Comisión.

Para evitar un trabajo burocrático para el que no está ideado este tipo de planes, AEPLA sugiere la selección de indicadores que cumplan los criterios citados anteriormente: relevantes, comparables, prácticos, comprensibles y verificables para utilizarlos en el informe de progreso, sin renunciar a la medida del resto, pero quizás con frecuencias de medida y reporte más amplias.

Finalmente una característica de los indicadores como medida de progreso de un Plan es la de que se pueda establecer un valor cuantitativo como objetivo a cumplir contra el que hay que realizar la medida. Mientras no lo haya, el análisis de los datos proporcionará una valiosa información sobre mejora en las diversas áreas, pero no se podrá medir si esta es escasa, media o sobresaliente. Esperemos que con los primeros datos se puedan establecer dichos objetivos cuantitativos.

5. FUTURO

El Plan debe ser desarrollado y luego revisado periódicamente y enmendado en lo que merezca la pena tras la experiencia conseguida. Así lo marca la propia Directiva y también se podrá hacer una revisión de los indicadores.

Por otra parte, y considerando el futuro, con los efectos del cambio climático, limitación de combustibles fósiles, tierra cultivable, agua, etc. sería importante analizar la eficacia en el uso de estos recursos , comparando los fitosanitarios y los medios alternativos que cita la Directiva. A medio plazo habrá que desarrollar indicadores en este sentido.

Aspectos como la productividad, viabilidad económica y desarrollo deberán ser considerados en las revisiones de los Planes de Acción.

La industria sugiere nuevos indicadores que comparen los resultados por áreas y cultivos y entre el uso de fitosanitarios y alternativo. Como ejemplo:

Rendimiento del cultivo en el año:	Toneladas/Hectárea
Condiciones climáticas en la campaña	
Costes de producción por Hectárea/año/cultivo	€/Ha
Margen bruto por Ha	€/Ha
Eficiencia de recursos	
Energía usada por tonelada producida/cultivo/año	
Consumo de agua por tonelada producida/cultivo/año	

6. CONCLUSIÓN FINAL

Realizar un plan es siempre difícil, requiere análisis, visión largo plazo y seleccionar áreas relevantes a las que dedicarse. Realizar uno ambicioso es un gran reto. En cualquier caso lo importante es creer en él, empezar la implementación, dar tiempo a que se produzcan los resultados y luego ser suficientemente flexible para realizar los cambios correspondientes. Es un elemento de trabajo y por ello un elemento vivo. Esto se debe aplicar a los objetivos, las medidas y los indicadores.

MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO, ENVASES Y RESTOS DE FITOSANITARIOS

Luis Victorino Martínez Puras

Director de Desarrollo y Comunicación SIGFITO

I. INTRODUCCIÓN. LAS LEYES QUE REGULAN A LA INDUSTRIA

La utilización de productos fitosanitarios se ha consolidado en la agricultura actual como una práctica fundamental para mejorar la sanidad de las plantas, y asegurar la calidad de los productos agrícolas. El uso incipiente de productos fitosanitarios conlleva una problemática ¿Qué hacer con estos envases industriales que quedan vacíos? Tradicionalmente "la manera correcta" de deshacerse de los envases vacíos de fitosanitarios era abandonarlos junto a ríos o incluso incinerados. No fue hasta la llegada de la Ley 11/1997 en la que el Gobierno comenzó a dar cobertura legal a la gestión de envases en España, pero las medidas adoptadas por el texto no obligaba a los fabricantes de productos fitosanitarios a adherir sus envases, tres años más tarde se aprobará la Ley 14/2000 que permite añadir la excepción de la disposición adicional primera de la 11/1997 para que los productos fitosanitarios envasados deban ser puestos en el mercado a través de un Sistema de Depósito Devolución y Retorno o a través de un SIG. Esta excepción se formaliza a través del Real Decreto 1416/2001 sobre envases de productos fitosanitarios, y que permite la creación del Sistema de Recogida de envases (SIGFITO) en el que los consumidores de productos tienen que depositar los envases vacíos en los puntos de recogida, situados generalmente en cooperativas o empresas de distribución y comercialización de productos fitosanitarios.

La ley no sólo se extiende a la gestión de envases, en el caso de los productos fitosanitarios, la Unión Europea ha dispuesto una directiva por la que se adquiere un fuerte compromiso por la protección del medio ambiente para establecer la sostenibilidad en el uso y aplicación de los productos fitosanitarios.

Mediante el recientemente aprobado Real Decreto de uso sostenible de productos fitosanitarios, se establecen las disposiciones necesarias para conseguir un uso sostenible de estos productos, incidiendo en la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los productos fitosanitarios en la salud humana y el medio ambiente.

El Real Decreto se aplica al usuario profesional, distribuidor, asesor, equipo de aplicación, aplicación aérea, gestión integrada de plagas, Indicador de

riesgo, métodos no químicos, aguas superficiales y aguas subterráneas, sin olvidar la importancia de la gestión de residuos de envases fitosanitarios.

II. EL REAL DECRETO DE USO SOSTENIBLE. LA MANIPULACIÓN

Algunas de las recomendaciones de buenas prácticas para el agricultor se convierten en una obligación con la llegada de la nueva ley. Es el caso del triple enjuague: cada envase de producto líquido que se vacíe para preparar la mezcla deberá ser enjuagado hasta tres veces, bien manualmente o mediante dispositivo de presión. Para un mejor aprovechamiento del producto las aguas resultantes se verterán en el depósito de tratamiento. Esta práctica favorece que el envase llegue cada vez más limpio a la planta de reciclaje. Según un estudio europeo llamado Agrochepack, en el que participa la Universidad de Lleida y colabora SIGFITO, el fomento de triple enjuague como práctica habitual en los agricultores consigue descontaminar casi el 100% de los residuos, según afirman investigadores del proyecto.

En cuanto a la mezcla de los productos, el Real Decreto apunta algunas restricciones, por ejemplo, no permite la mezcla o dilución previa. La operación de mezcla se realizará con dispositivos incorporadores que permitan hacerlo de forma continua. Estas operaciones se realizarán inmediatamente antes de la aplicación y en puntos alejados de las masas de agua superficiales. Durante ese proceso el depósito de los envases permanecerá siempre cerrado. La cantidad de producto fitosanitario y el volumen de agua a utilizar se deberán calcular de forma precisa ajustando a la dosis de utilización y a la superficie a tratar.

También se prohíbe el vertido de los restos de mezcla que sobren del tratamiento y en ningún caso se podrán lavar los equipos a distancias inferiores de 50 metros de las masas de agua superficiales y de los pozos. Éstos estarán resguardados de la lluvia.

En cuanto al transporte se extremarán las precauciones, para evitar vertidos, los envases se transportarán siempre cerrados, colocados verticalmente y con la apertura hacia la parte superior. Se evitará atravesar cauces de agua con el equipo de tratamiento cargado con la mezcla del producto fitosanitario.

III. EL REAL DECRETO DE USO SOSTENIBLE. EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

Según la nueva normativa los productos de fitosanitarios se guardarán en armarios o cuartos ventilados y provistos de cerradura, separados por pared de obra de cualquier local habitado y éstos han de estar dotados de suficiente ventilación con salida al exterior. Los productos tienen que estar alejados de aguas superficiales y de las zonas sensibles

a inundaciones en caso de crecidas. Los establecimientos donde estén almacenados los productos fitosanitarios deberán disponer de medios adecuados en caso de producirse derrames accidentales.

El usuario deberá aislar escrupulosamente en una bolsa de plástico los envases dañados, los envases vacíos, y separar los restos de productos y los de cualquier vertido accidental que pudiera ocurrir, hasta la entrega al gestor de residuos correspondiente.

Además, los consejos de seguridad de los productos fitosanitarios deben estar bien visibles en el almacén, así como los procedimientos en caso de emergencia. Su ubicación garantizará la separación de los productos fitosanitarios del resto de los enseres del almacén, especialmente del material vegetal y los productos de consumo humano o animal.

Los productos fitosanitarios deberán guardarse cerrados, en posición vertical con el cierre hacia arriba y con la etiqueta original íntegra y perfectamente legible. Una vez abierto el envase, si no se utiliza todo su contenido, el resto deberá mantenerse en el mismo envase, con el tapón cerrado y manteniendo la etiqueta original íntegra y legible.

IV. EL REAL DECRETO DE USO SOSTENIBLE. ENVASES Y RESTOS DE FITOSANITARIOS

La sensibilización ambiental adquiere mucha importancia en el Real Decreto. El texto obliga a un técnico a proporcionar información adecuada en relación con el uso de los productos fitosanitarios, los riesgos para la salud y el medio ambiente, las instrucciones de seguridad para gestionar tales riesgos y lo más importante, se dará información sobre los puntos recogida de SIGFITO más cercanos utilizables por el comprador.

Ahora, el agricultor debe, al menos, tener información suficiente para saber que tiene que hacer para reciclar los envases de SIGFITO. Además del enjuagado del envase, los consumidores finales tendrán que almacenar los envases vacíos en una bolsa hasta el momento de su entrega al punto de recogida. SIGFITO tiene más de 2.800 puntos de recogida por toda España.

Cuando el agricultor deposite los envases, deberá pedir al responsable del punto un justificante o albarán de entrega, que puede ser en papel o en formato electrónico. Este documento deberá conservarlo, al menos durante tres años.

Actualmente, SIGFITO recoge más de un 55 por ciento de los envases. Las medidas que incluye el decreto favorecerían el incremento de este porcentaje y con ello, el aumento de la concienciación en el sector agrícola.

ENTRADA EN VIGOR DE REQUISITOS CONTEMPLADOS EN EL REAL DECRETO 1311/2012, DE 14 DE SEPTIEMBRE POR EL QUE SE ESTABLECE EL MARCO DE ACTUACIÓN PARA CONSEGUIR UN USO SOSTENIBLE DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS.

Fecha entrada en vigor	Fecha entrada en vigor Andalucía	Requisito
1/01/2014	-	Gestión integrada de Plagas (Directiva 2009/128/CE).
26/11/2012	-	Adopción del Plan Nacional de Acción (PAN) por el MAAMA (artículo 5.7).
1/03/2013	-	Publicación de las producciones y tipos de explotaciones consideradas como de baja utilización de productos fitosanitarios por el MAAMA (artículo 10.3).
1/03/2013	-	Publicación de los requisitos documentales del asesoramiento (artículo 11.1).
Publicación Real Decreto	-	Acreditación condición de asesor (artículo 12).
1/01/2013	-	Registro de tratamientos fitosanitarios (cuaderno de explotación) (artículo 16.1).
26/11/2015	11/03/2002 (Empresas tratamiento) 3/02/2007 (Usuarios)	Obligación de usuarios profesionales y vendedores de la disposición del carne de usuario profesional de productos fitosanitarios (artículo 17).
26/11/2013	-	Acceso a formación adecuada de los usuarios profesionales (artículo 19).
26/11/2015	22/06/2007	Venta de productos sólo a titulares con carne de usuario profesional de productos fitosanitarios (artículo 21).
26/11/2015	22/06/2007	Vendedores y personal auxiliar de la distribución de productos fitosanitarios con carne (artículo 22.1).
26/11/2015	22/06/2007	Distribuidores, vendedores y demás operadores comerciales deberán contar con un técnico con titulación universitaria habilitante (artículo 22.2).
Publicación Real Decreto	-	Registro de transacciones con productos fitosanitarios (productores y distribuidores) (artículo 25.1).
Publicación Real Decreto	-	Registro de operaciones realizadas (entidades y usuarios profesionales cuyas actividades comprendan la prestación de servicios de tratamientos profesionales) (artículo 25.2).
Publicación Real Decreto	-	Prohibición de las aplicaciones aéreas, salvo excepciones (artículo 27).
Publicación Real Decreto	-	Condiciones para las aplicaciones aéreas de productos fitosanitarios (artículo 27.2).

Fecha entrada en vigor	Fecha entrada en vigor Andalucía	Requisito
Publicación Real Decreto	-	Medidas para la protección del medio acuático y el agua potable (capítulo VII).
Publicación Real Decreto	-	Medidas de reducción de riesgos en zonas específicas (capítulo VIII).
1/01/2014	-	Guía de buenas prácticas para la correcta realización de mezclas de productos fitosanitarios para su uso en el campo por el MAAMA (artículo 37).
Publicación Real Decreto	-	Manipulación y almacenamiento de los productos fitosanitarios, envases y restos. Condiciones de almacenamiento de productos fitosanitarios por los usuarios (artículo 40).
Publicación Real Decreto	-	Registro Oficial de Productores y Operadores de medios de defensa fitosanitaria (artículo 42).
Publicación Real Decreto	-	Disposiciones específicas para el uso de los productos fitosanitarios en ámbitos distintos de la producción agraria (artículo 46).
1/01/2016	-	Validez de los carnés expedidos en virtud de la Orden de 8 de mayo de 1994 (Disposición transitoria primera. Punto 1).
1/01/2016	-	Aplicación el sistema de renovación de carnés establecido en la Orden e 8 de mayo de 1994, hasta que se establezcan sistemas armonizados de renovación (Disposición transitoria primera. Punto 2)
1/01/2014	-	Los carnés pueden emitirse en el formato de la Orden de 8 de marzo de 1994. (Disposición transitoria primera. Punto 3).
1/01/2015	-	Otorgar condición de asesor a los titulados universitarios o de formación profesional adecuada que puedan acreditar experiencia suficiente adquirida en tareas de asesoramiento, de la menos 4 años, en estaciones de avisos, empresas de tratamiento y asociaciones para la defensa fitosanitaria de producción integrada. (Disposición transitoria tercera).
1/01/2016	-	Informe del MAAMA sobre el grado en que la formación recibida en los distintos títulos se adecua a las necesidades formativas, para su posible revisión (artículo 16).

EL ASESORAMIENTO Y LAS GUÍAS DE CULTIVO COMO HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS (GIP)

Carlos Romero Cuadrado

*Jefe de Servicio SG, Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal
cromeroc@magrama.es*

1. CONSIDERACIONES INICIALES

- La directiva de uso sostenible (DUS) en su Art. 14 establece la obligación de que los estados miembros deberán garantizar la aplicación de los principios de GIP por todos los usuarios profesionales antes del 01/01/14.

- En el Art. 14 de la DUS, se indica que los estados miembros deberán velar para que los usuarios profesionales tengan a su disposición: instrumentos para el seguimiento de plagas, instrumentos para la toma de decisiones y servicios de asesoramiento (redes de alerta, guía y asesores)

- En el mismo artículo se indica que se intentará fomentar la gestión de plagas con bajo consumo de plaguicidas, esto implica que siempre deberá buscarse una alternativa no química y que cuando no quede más remedio se deberá emplear esa alternativa en el momento y condiciones adecuadas.

- Estas obligaciones de las DUS, se han transpuesto en el RD 1311/2012 y actualmente desde la Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria junto con las CCAA, se está trabajando para su implementación.

2. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE ASESORAMIENTO

- De acuerdo con el Art. 10 del Real Decreto 1311/2012, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de productos fitosanitarios (RD), el primer paso consistirá en delimitar cultivos y explotaciones exentos de asesoramiento.

- La producción integrada y la producción ecológica se encuentran exentas.

- Se tendrán que establecer los instrumentos definidos en el RD: documentación de asesoramiento, guías de GIP por cultivos, requisitos de

formación de asesores, seguimiento de asesoramiento (condicionalidad) y otros.

- Actualmente se está trabajando en el seno del comité fitosanitario nacional para definir los listados de cultivos y explotaciones que estarán exentos de asesoramiento y el contenido de la documentación de asesoramiento (antes 01/03/2013).

- Las primeras guías deberán estar listas antes del 01/01/2014. Actualmente se está trabajando en las mismas, en el seno del comité fitosanitario nacional.

- El resto de instrumentos deberán definirse a lo largo de todo el periodo de vigencia del plan de acción nacional (financiación del sistema con los PDR).

3. CONTENIDO DE LA DOCUMENTACIÓN DE ASESORAMIENTO

- Contrato de asesoramiento: vínculo entre el productor y el asesor (dado de alta en el ROPO)

- Memoria descriptiva de la explotación: contendrá una evaluación del estatus fitosanitario de la explotación y una evaluación del riesgo medioambiental con respecto a la utilización de productos fitosanitarios en la explotación.

- Documento de asesoramiento: registro de las intervenciones fitosanitarias realizadas en la parcela durante el ciclo de cultivo (se podrá ligar con la trazabilidad).

- Superficies máximas por cultivo que pueden ser asesoradas.

4. LA GIP EN EL RD Y EN EL PLAN DE ACCIÓN NACIONAL

- En los Arts. 10 al 16 del RD se establecen las pautas y las herramientas para cumplir lo indicado en el Art. 14 de las DUS.

- Las guías de cultivo y los sistemas de asesoramiento son las herramientas claves para implantar los principios generales (anexo I de la DUS) en la agricultura española.

- En el Plan de Acción Nacional se establecen las herramientas necesarias para conseguirlo.

- Quien ya cumpla la GIP, así como las explotaciones y cultivos con baja utilización de productos fitosanitarios estarán exentos de obligaciones adicionales.

- Los retos de cara al futuro: conseguir financiación del sistema (política de desarrollo rural) y control del cumplimiento de las obligaciones (condicionalidad).

5. CONTENIDO DE LAS GUÍAS GIP

- Aspectos generales.
- Principios para la aplicación de la GIP.
- Medidas específicas para zonas sensibles y espacios naturales.
- Listado de plagas y enfermedades por cultivo: con soporte fotográfico siempre que se pueda.
- Estrategia de control integrado: sistema de muestreo, umbrales de intervención, propuesta de medidas y posibles actuaciones preventivas.
- Referencias bibliográficas.

EXPERIENCIA DE LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN CÍTRICOS

Alfonso Lucas Espadas

*Servicio de Sanidad Vegetal
Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*

RESUMEN

En la actualidad, la aplicación de técnicas de Control Integrado en el cultivo de cítricos ofrece grandes posibilidades para el control eficiente de las plagas, y permite en la mayor parte de los casos, una reducción importante de los insumos fitosanitarios, asegurando a la vez, la producción de frutos con menos residuos, más sanos y más seguros. Afortunadamente, el cultivo de cítricos presenta condiciones muy favorables para la implantación de este tipo de técnicas, entre las que podemos destacar el control biológico y el tecnológico, disponibles ya en estos momentos para algunas plagas y en fase de experimentación y adaptación para otras. Las buenas expectativas que esta situación ofrece al cultivo, deben verse arropadas por un incremento en el consumo y sobre todo, por un mejor precio de venta de la cosecha, de forma que los productores tengan un incentivo real para su incorporación sistemática a estas tecnologías.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la evolución de la sociedad de consumo y los requerimientos de las grandes cadenas de distribución, exigiendo el suministro de frutas y hortalizas que no contengan residuos de productos fitosanitarios, han forzado a técnicos y agricultores, a avanzar en la búsqueda de soluciones alternativas al control químico. La buena disposición que el cultivo de cítricos presenta para la introducción de técnicas de Control Integrado, favorece su implantación progresiva y creciente en nuestras plantaciones. Esta situación ha permitido obtener ciertos niveles de control para plagas complejas, que en muchos casos requerían varias aplicaciones químicas, consiguiendo restituir el equilibrio natural en el huerto y favorecer el control por parte de la fauna auxiliar autóctona, una vez liberada de la presión negativa que los plaguicidas venían ejerciendo contra ella.

Aunque no todos los problemas fitopatológicos del cultivo están bien resueltos por estos métodos, es cierto que un número importante de

ellos pueden ser controlados aceptablemente, por estos mecanismos alternativos. No significa esto que podamos prescindir absolutamente del uso de los productos fitosanitarios, sino que el uso de estos puede racionalizarse y armonizarse con la actividad de los insectos auxiliares o el control tecnológico, consiguiendo así, la disponibilidad de frutos con bajos niveles de residuos, según demanda el mercado. La viabilidad económica de estas medidas está en función de las fluctuaciones del precio de mercado de los cítricos.

COCHINILLAS

Algunas de las cochinillas que afectan a los cítricos pueden ocasionar pérdidas de cosecha importantes y exigir actuaciones costosas para su control, como es el caso de Piojo rojo de California (*Aonidiella auranti*) y Piojo blanco (*Aspidiotus nerii*). Otras, pueden presentar altibajos en su presencia y daños, dependiendo de diversos factores externos, como Melazo (*Planococcus citri*) o Cochinilla acanalada (*Icerya purchasi*). La ausencia de labores de poda para reducir costes, los marcos de plantación inadecuados para aumentar la producción, o los tratamientos realizados con equipos en malas o incorrectas condiciones, y el uso de productos muy agresivos para la fauna auxiliar, suelen favorecer estos problemas y dificultar su control.

Otras cochinillas suelen tener una presencia testimonial en los huertos, y solo muy raramente, cuando se produce alguna alteración en su ecosistema, manifiestan daños que puntualmente pueden llegar a ser de consideración, como es el caso de Piojo gris (*Parlatoria pergandii*), Piojo rojo (*Chrysomphalus dictyospermi*), Serpetas gruesa y fina (*Lepidosaphes beckii* e *Insulaspis gloverii*), Caparreta negra (*Saissetia oleae*), Caparreta blanca (*Ceroplastes sinensis*), entre otras. Por lo general, todas estas cochinillas tienen sus propios depredadores o parásitos específicos, los cuales en condiciones normales, consiguen mantenerlas bajo control. Los tratamientos insecticidas realizados en el huerto contra otras plagas, o la repetición de una materia activa que resulta agresiva para la fauna auxiliar, suelen ser los detonantes de estos problemas, que en condiciones normales son bastante bien controlados por los artrópodos auxiliares y pasan desapercibidos.

Entre las que son controladas de forma biológica con bastante eficacia, destaca Cochinilla acanalada (*Icerya purchasi*), a la que el depredador *Rodolia cardinalis* controla de forma natural y espontánea en la mayoría de los casos, siempre que no se alteren sus poblaciones con la realización de tratamientos insecticidas inadecuados. En condiciones normales, esta cochinilla no precisa de sueltas artificiales, al mantenerse *Rodolia* en campo todo el año, depredador con una gran capacidad de búsqueda.

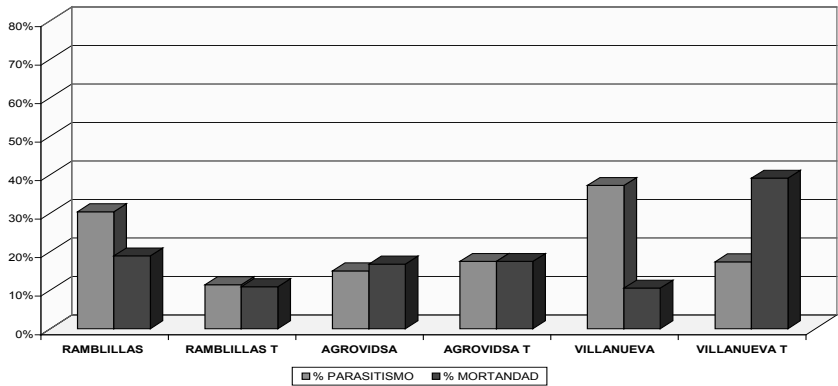
En los casos en que ese equilibrio se rompe tras una aplicación insecticida que afecte al auxiliar, es necesario realizar nuevas introducciones de adultos del mismo, que pueden recolectarse en otras parcelas o fincas donde esté presente, aunque su reinstalación puede demorarse meses o años, dependiendo del tipo de producto que ocasionó su desaparición y los residuos permanezcan en la parcela y el cultivo.

Melazo o Cotonet (*Planococcus citri*) también es controlado eficazmente mediante la realización de sueltas artificiales del parasitoide *Anagyrus pseudococchi* y del depredador *Cryptolaemus montrouzieri*. Por lo general y dependiendo de la importancia de la infestación de la plaga, puede ser suficiente la liberación de entre 1.500 y 2.000 adultos o pupas de *Anagyrus* por hectárea distribuidas en varias sueltas entre los meses de abril y julio, dependiendo de las zonas, y de entre 1.000 y 2.000 adultos de *Cryptolaemus* por hectárea repartidos en dos o tres sueltas, entre junio y julio.

Para otras el control alternativo no es tan fácil y pueden crear problemas serios en el cultivo. Entre ellas podemos citar Piojo rojo de California (*Aonidiella auranti*) y Piojo blanco del limonero (*Aspidiotus nerii*). Aunque estas cochinillas en estos momentos son controladas mayoritariamente por medio de tratamientos químicos, con resultados bastante eficientes, sobre todo en Piojo blanco, las exigencias de los mercados en cuanto a los residuos en cosecha, y la necesidad de disponer de técnicas alternativas más respetuosas y seguras, está induciendo la experimentación y búsqueda de soluciones alternativas, con muy buenas expectativas.

En el caso de *Aonidiella*, los reiterados intentos de control biológico por medio de sueltas quincenales del parásito *Aphytis melinus*, entre los meses de abril y septiembre, con una cantidad total de entre 150.000 y 250.000 individuos por hectárea (lo que equivale a sueltas quincenales de entre 12.000 y 20.000 *Aphytis*/ha) no acaban de ofrecer los resultados deseados (Figura 1), aunque las perspectivas son muy interesantes, y exigen para conseguir el control, que se adopten otras medidas complementarias, como son las labores de poda adecuadas y actuaciones durante la parada invernal, dirigidas a la madera y zonas interiores de los árboles, donde la plaga consigue tener un reducto importante, con aplicaciones de aceite parafínico complementarias contra la 1ª y 2ª generación de la plaga siempre que las poblaciones de partida de esta, estén por encima del 7-8% de frutos atacados en cosecha.

PARASITISMO Y MORTANDAD PIOJO ROJO V. GUADALENTIN.
JUNIO 2009



PARASITISMO Y MORTANDAD PIOJO ROJO V. GUADALENTIN.
SEPTIEMBRE 2009

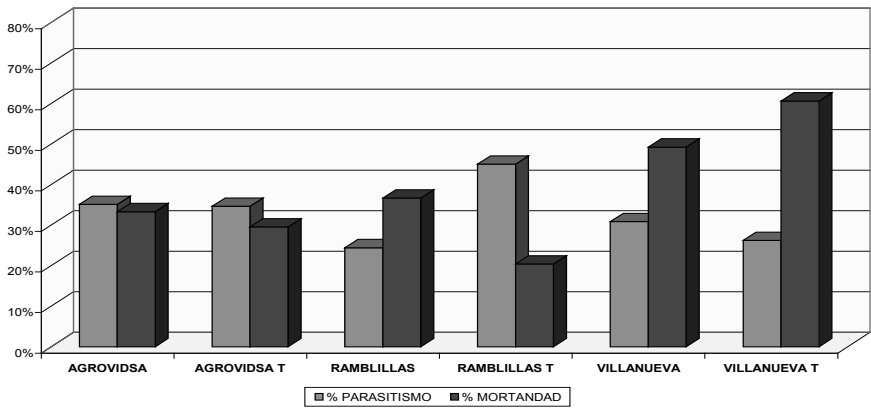


Figura 1: Evolución del parasitismo y la mortalidad de Piojo rojo de California en dos épocas distintas del mismo año y en diferentes fincas con sueltas artificiales de *Aphytis melinus*.

De forma complementaria, en los últimos años se viene ensayando, con resultados interesantes, la utilización de la técnica de Confusión Sexual para los machos de *Aonidiella*, opción complementaria a la del control biológico, pudiendo constituir ambas alternativas, una solución eficiente al problema de Piojo rojo de California en nuestros cítricos. Hemos trabajado con unos difusores de origen americano (TCB-RSD, fabricados por OMRI-EEUU y distribuidos en España por Agrotecnología) y

otros de origen español desarrollados por el CEQA de Valencia (Dardo de Syngenta y Escálibur de EPA). Los primeros se recomiendan a la dosis de 250/ha, aunque a esa dosis los resultados no son buenos, siendo más interesantes cuando se utilizan a más de 400/ha, mientras que los segundos se recomiendan a la dosis de 500 difusores/ha. Esta técnica exige que las poblaciones de partida de la plaga no sean muy elevadas (menos de un 10% de frutos atacados en cosecha la campaña anterior), por lo que como en el caso de control biológico, las actuaciones complementarias son necesarias para conseguir un mejor resultado. En general se consigue inhibir el vuelo de machos, aunque no de forma total (Figura 2).

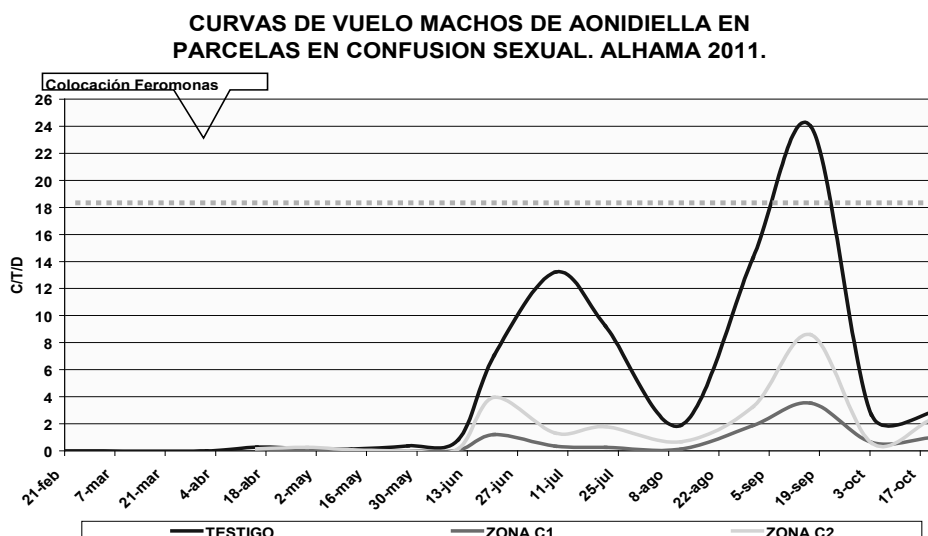


Figura 2: Curvas de vuelo de Aonidiella en parcelas en confusión con difusor CEQA-V a dos dosis diferentes. La dosis mayor consigue una inhibición mayor del vuelo.

En el caso de Piojo blanco, las alternativas al control químico pasan por el respeto de la fauna auxiliar autóctona entre la que podemos destacar los himenópteros *Aphytis chilensis* y *A. chrysomphali* y los coccinélidos *Chilocorus bipustulatus* y *Rhyzobius lophanthae*. También podemos llevar a cabo sueltas masivas de *Aphytis melinus*, parasitoide que ha demostrado en ensayos de campo realizados en la Región de Murcia (Figuras 3 y 4), un buen comportamiento y eficacias muy interesantes en determinadas condiciones, junto a otros no tan favorables. Durante varios años se han ensayado las sueltas de Aphytis de dos orígenes diferentes y con estrategias de sueltas distintas. Las actuaciones se han desarrollado sobre numerosas fincas y superficies grandes y pequeñas, ubicadas en zonas diferentes de la región, incluyendo parcelas en cultivo ecológico y convencional. Los resultados obtenidos muestran datos erráticos en

ocasiones y en otras, ofrecen buenas eficacias. Del conjunto de los datos obtenidos se puede concluir que es viable e interesante el desarrollo de la técnica, siendo necesario ajustar para cada explotación el número de sueltas, el volumen de estas y la distribución con relación al desarrollo biológico de la plaga.

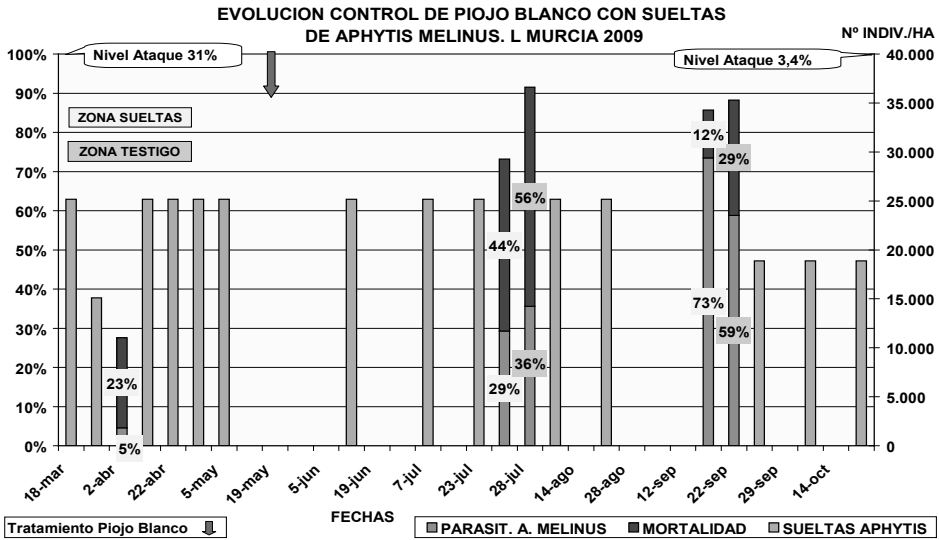


Figura 3: Datos del control biológico de Piojo blanco por medio de sueltas agrupadas de *Aphytis melinus*, con resultados buenos.

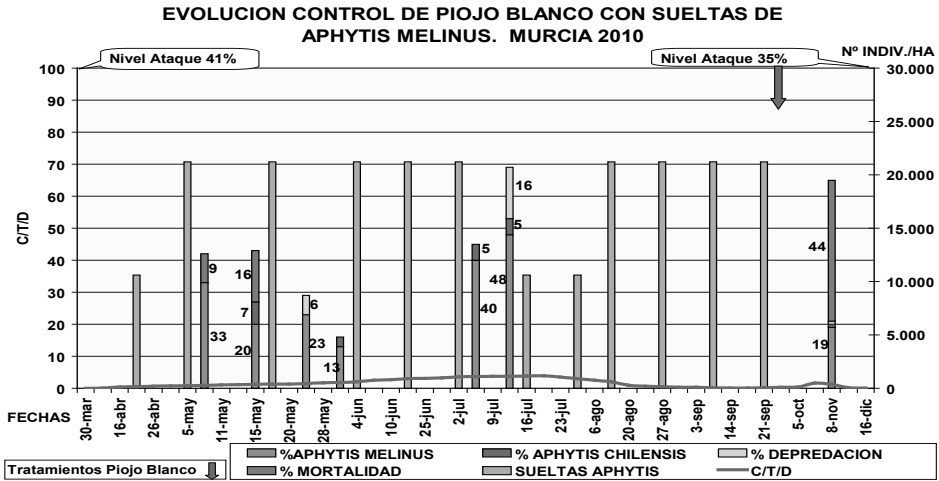


Figura 4: Datos del control biológico de Piojo blanco por medio de sueltas periódicas de *Aphytis melinus*, con resultados mediocres.

En las tablas I y II se muestran los datos de las sueltas realizadas en 2010 para el control de Piojo blanco en la Región de Murcia, con *Aphytis* de dos proveedores diferentes y con dos estrategias distintas.

Tabla I: Datos de las sueltas de *A. melinus* en la Región de Murcia para Control Biológico de Piojo Blanco en limonero, año 2010 (material Biosur) con estrategia de reducir volumen de sueltas y adaptarlas a la evolución de la plaga, actuando sobre 10 fincas con una superficie total de 41,12 has:

Nº de botes utilizados (5.000 individuos/bote)	1.478
Nº total de <i>Aphytis melinus</i> soltados	7.390.000
Nº medio de sueltas realizadas por finca	12/13
Nº medio de individuos por hectárea	179.718
Nº medio de individuos por suelta	15.356

Tabla II: Datos de sueltas de *A. melinus* en la Región de Murcia para Control Biológico de Piojo Blanco en limonero, año 2010 (material Koppert) con la estrategia de hacer sueltas de alto volumen, cubriendo un periodo amplio de actividad de la plaga, actuando sobre 18 fincas con una superficie total de 112,24 has:

Nº de botes utilizados (10.000 individuos/bote)	3.187
Nº total de <i>Aphytis melinus</i> soltados	31.870.000
Nº medio de sueltas realizadas por finca	12/14
Nº medio de individuos por hectárea	283.945
Nº medio de individuos por suelta	22.240

Además, para complementar esta opción de control de la plaga, se han llevado a cabo de forma puntual, experiencias de control por medio de la técnica de Confusión Sexual de machos de la plaga, una vez que se ha sintetizado por el CEQA y bajo demanda de la Región de Murcia, la feromona correspondiente. Los primeros ensayos con esta técnica llevados a cabo en plantaciones de limón de la Región de Murcia, han puesto de manifiesto resultados muy interesantes en cuanto a la inhibición de vuelo (Figura 5), y aceptables en cuanto a la eficacia sobre daños, con resultados mejores que el testigo no tratado, aunque han tenido que suspenderse por la dificultad de disponer de feromona suficiente para ello y su elevado coste. Es un camino muy interesante que deberá ser desarrollado en el futuro, de forma complementaria al de control biológico. La disponibilidad de estas técnicas de forma comercial en el futuro, pueden aportar una ayuda definitiva al control de la plaga, evitando o reduciendo de forma drástica los insumos fitosanitarios en el cultivo.

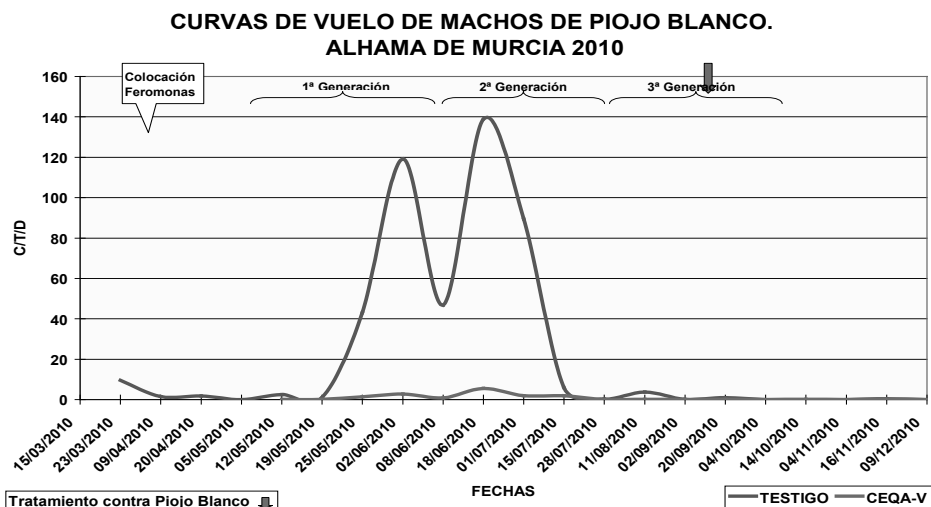


Figura 5: Inhibición del vuelo de adultos machos de Piojo blanco en una parcela en confusión, con resultados muy buenos.

Otras cochinillas, como Serpetas, Piojo gris, Caparreta, etc., no suelen constituir problemas severos y generalizados. Cuando el cultivo es manejado de forma racional en cuanto a los tratamientos químicos se refiere, la fauna auxiliar suele bastarse por sí sola para mantener bajo control la evolución de estas plagas, aunque si estos se realizan de forma descontrolada, estas pueden adquirir un mayor protagonismo y llegar a plantear problemas más severos.

ÁCAROS

Entre las especies que de forma más frecuente afectan a los cítricos, podemos destacar araña amarilla (*Tetranychus urticae*), ácaro rojo (*Panonychus citri*) y ácaro de las maravillas (*Aceria=Eriophyes sheldoni*) y más recientemente, ácaro oriental (*Eutetranychus orientalis*). Por lo general, la mayor parte de estos ácaros, sufren de forma espontánea, un cierto control por parte de fitoseidos, coccinélidos y otros depredadores generalistas, que en condiciones favorables, ayudan a reducir la incidencia de la plaga, aunque no siempre consiguen su control hasta niveles no peligrosos económicamente.

Algunos de estos ácaros pueden llegar a constituir problemas graves en el cultivo, cuando sus poblaciones se disparan de forma incontrolada. En la mayoría de los casos, estos episodios están condicionados por las actuaciones fitosanitarias que se realizan contra otras plagas en el

cultivo. La aplicación de insecticidas contra minador, pulgones o cochini-llas, pueden afectar de forma más o menos severa a la fauna auxiliar au-tóctona del cultivo, mermando su población y permitiendo en este caso, que los ácaros proliferen sin oposición. En muchas ocasiones, las aplica-ciones para controlar los ácaros, pueden establecer un círculo vicioso, en el que cuanto más tratas, más problemas se presentan y más necesario es volver a tratar.

En esta situación, es fundamental aplicar algunos conceptos básicos:

- Elegir siempre los productos con un mejor perfil para la fauna auxi-liar, dentro de los autorizados para el control de la plaga en cuestión.
- Realizar las aplicaciones respetando siempre las dosis y demás pará-metros que se indican en las etiquetas, evitando sub o sobre dosifi-caciones y repeticiones de tratamientos.
- Dirigir el caldo a las zonas donde se ubica la plaga a tratar, asegu-rándose de que tales zonas quedan perfectamente impregnadas
- Actuar en las zonas o partes de la finca con problemas, evitando tra-tamientos masivos si no es necesario.
- Usar los equipos adecuados para que lo anterior se cumpla, sin ne-cesidad de un consumo excesivo de caldo o una llegada del mismo a zonas no diana.
- Tratar solo en los casos en que económicamente esté justificado y los umbrales así lo determinen.

El control biológico de ácaros es factible, aunque en ocasiones resulta complicado, sobre todo cuando para otras plagas se realizan aplicaciones que coartan o frenan el desarrollo de la fauna auxiliar en el huerto. De forma singular, sueltas controladas en campo de *Amblyseius californicus*, o de *A. swirskii*, ofrecen resultados muy interesantes para el control de Ácaro rojo (*Panonychus citri*), plaga que en los últimos años es quizás la más trascendente en el cultivo, tanto de naranja como de limonero y pomelo (Figura 6). De forma espontánea, se suele encontrar asociado a este ácaro el fitoseido *Euseius stipulatus*, el cual, en condiciones fa-vorables, puede mantener a raya la plaga y evitar sus daños al cultivo. Además, otras especies de artrópodos depredadores suelen ayudar a ese control, destacando los neurópteros *Conwentzia psociformis* y *Crysopa spp.*, y también el coccinélido *Stethorus punctillum*.

EVOLUCION FITOSEIDOS Y ACARO ROJO EN TESIS SPICAL.
CARTAGENA 2008

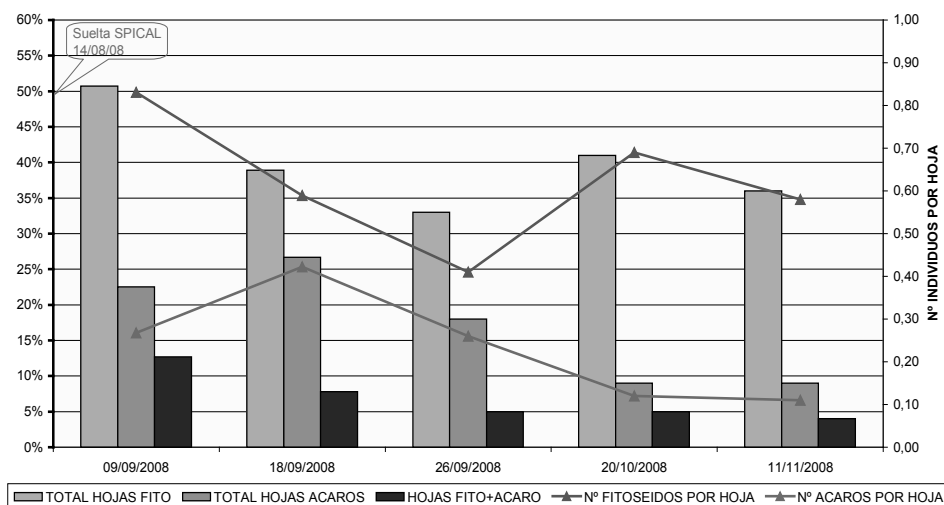


Figura 6: Resultados de control biológico de *Panonychus citri* en limonero por medio de sueltas de *Amblyseius californicus* (Spical de Koppert).

Respecto de otros ácaros, es destacable el aumento que en los últimos años se viene produciendo de Ácaro de las maravillas, tanto en limonero como en naranjo o mandarino, para el cual, las alternativas de control integrado no son muchas y tampoco las químicas andan muy sobradas. Los problemas se focalizan con mayor intensidad en plantaciones jóvenes, lo que hace pensar que el problema podría venir ya del vivero, aunque también puede tener el origen en plantas de más edad en el cultivo que favorecen la infestación. Los problemas más severos se suelen asociar a plantaciones muy vigorosas, a las que se fuerza para entrar en producción lo antes posible, lo que ocasiona brotaciones casi permanentes que dificultan el control de la plaga. Por ello, entre las medidas preventivas más importantes a adoptar en el caso de nuevas plantaciones, destaca el asegurarnos que el problema no viene del vivero, y en campo, hacer un manejo racional del cultivo, aunque desde el punto de vista práctico cueste bastante hacerlo.

Por otro lado, la introducción progresiva desde el año 2001 de una nueva araña, el Ácaro rojo oriental (*Eutetranychus orientalis*), viene a generar una nueva inquietud entre los citricultores. Aunque los primeros años de introducción pueden resultar complejos, tanto para su identificación y detección como para su control, se puede confiar en que con el tiempo, la fauna auxiliar detecte este nuevo huésped del cultivo y actúe como contra el resto de ácaros, ayudando a mantener sus poblaciones

en niveles aceptables. En la actualidad se encuentra presente en la mayor parte de las zonas cítricas y en algunas prácticamente ha pasado desapercibido y sus daños no han sido graves, o al menos, no como lo fueron los primeros años en zonas del sur de España, donde llegó a preocupar seriamente a los productores de limón y mandarina. El ácaro presenta su máxima actividad durante los meses de verano y en cuanto al control biológico, se ha constatado la presencia de diferentes especies de fitoseidos asociados a la presencia de la plaga, como *Euseius sptipulatus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* y *Typhlodromus sp.*, especies que por otro lado también se asocian a otros ácaros como el Acaro rojo *Panonychus citri*.

En todo caso, para este y para los demás ácaros que afectan a los cítricos, la decisión de luchar contra ellos de forma química, siempre ha de estar justificada por el umbral de daño y la rentabilidad del cultivo. Las aplicaciones deben realizarse de acuerdo con los momentos evolutivos de la plaga más sensibles a la acción del tipo de acaricidas elegidos y debe tenerse en cuenta siempre, la presencia de fitoseidos y otra fauna auxiliar, a fin de determinar la elección de producto a aplicar y si procede o no dejar zonas o trozos de la explotación como refugio de esa fauna, para que posteriormente pueda recuperar sus niveles poblacionales y trasladarse al resto de la finca.

TRIPS

La mayor parte de los problemas que en los cítricos se suelen "adjudicar" a los trips, están relacionados con rozaduras o manchas generadas por la acción de los vientos sobre el cultivo. La presencia frecuente y habitual durante la floración, de distintos tipos de trips colonizando las flores, hace que el agricultor achaque a estos los daños que más adelante observa en la piel de los frutos, sin que en todos los casos exista realmente una relación causa-efecto.

Sin embargo, algunas especies de trips pueden llegar a causar problemas en los cítricos, como podría ser el caso de *Scirtotrips inermis* o *Pezotrips kelianus* si llegan a aparecer en el cultivo. En floración es frecuente encontrar abundantes poblaciones de trips que inducen al agricultor a pensar que estos son los responsables de los problemas de la piel que más adelante se encontrarán en los frutos. Sin embargo, cuando se hace una evaluación eficiente de las especies presentes, se comprueba que la mayor parte no constituyen realmente un problema en el cultivo. En los casos en que los trips ocasionan problemas, su presencia resulta más conflictiva cuando coincide en la fase final de la floración. Los trips aprovechan los restos florales sobre el fruto, la zona de la estrella, o los racimos de varios frutos juntos para guarecerse y alimentarse allí,

generando entonces rozaduras y erosiones en la piel que darán lugar a daños característicos, que pueden llegar a devaluar el fruto de manera severa.

El control de trips, en estos casos, resulta complicado, tanto por la oportunidad del tratamiento, como por la disponibilidad de productos que puedan ser aplicados con eficacia contra la plaga. En el caso de *Pezotrrips*, se han realizado trabajos experimentales que han permitido fijar con bastantes garantías quien produce los daños (las larvas) y el momento en que los producen (en post floración con frutitos recién cuajados), lo cual permite la adopción de medidas de control químicas eficientes. Desde el punto de vista de Control Integrado, las opciones pasan por un manejo y control adecuado de la flora adventicia, que en el caso de ambos trips tiene un protagonismo fundamental, ya que permite la proliferación de las poblaciones en momentos distintos de la floración de los cítricos. Otras alternativas de control a día de hoy no son operativas y precisan de trabajos de investigación más profundos, que permitan encontrar soluciones adecuadas, entre las que podrían estar la utilización de feromonas de agregación o el control tecnológico a base de trampas cromáticas pegajosas, aunque por el momento están muy lejos de ser operativas.

PULGONES

Los pulgones (*Aphis gossypii*, *A. spiraecola*, *Myzus persicae* y *Toxoptera aurantii*) constituyen en los cítricos un problema que en muchas ocasiones, tiene más componente estético que peligro real para el cultivo. En algunas variedades de mandarina puede llegar a ser grave su presencia y siempre lo es cuando, las especies presentes, son capaces de transmitir virosis al cultivo. En todos los casos, el control biológico espontáneo suele darse, ya que existe un elevado número de enemigos naturales que afectan a los pulgones, aunque en determinadas variedades de cítricos, la respuesta no es tan favorable, especialmente las mandarinas de porte reducido, y menos cuando la plaga manifiesta explosiones poblacionales de manera puntual y repentina. Entre la fauna auxiliar que controla pulgones, destaca el parasitoide braconido *Lysiphlebus testaceipes* (no controla *A. spiraecola*) y los depredadores como los coccinélidos del género *Scimmus* o neurópteros como *Crysoperla carnea*, dípteros cecidómidos como *Aphidoletes aphidimyza* y algunos sírfidos. A veces este control suele demorarse demasiado en el tiempo o manifestarse de manera muy lenta, por lo que cuando los riesgos son altos o los umbrales para la variedad en cuestión son bajos, resulta necesario intervenir químicamente, siendo recomendable en tal caso determinar el momento adecuado más oportuno para ello, elegir los productos con una acción menos severa sobre los auxiliares (figura 7), realizar las aplicaciones

procurando mojar solo la periferia del árbol y evitar la repetición de tratamientos con intervalos cortos de tiempo.

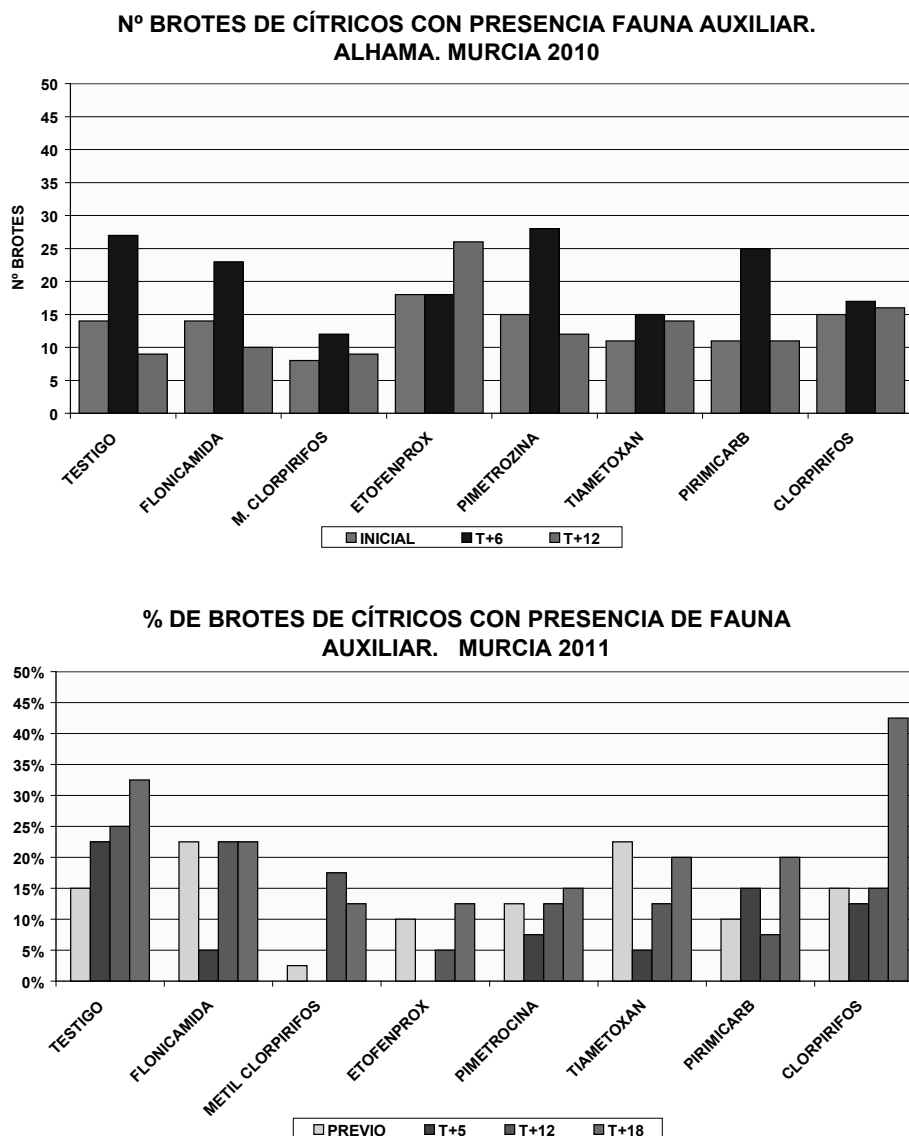


Figura 7: Acción de varios productos aficidas sobre la fauna auxiliar en ensayos de campo durante los años 2010 y 2011, en diferentes etapas de estos.

MOSCA DE LA FRUTA

La situación actual del control de esta plaga, ante la desaparición del Registro de varias materias activas que se venían usando de forma reiterada y habitual, ha forzado la búsqueda de soluciones alternativas, que además de mantener o asegurar una eficacia suficiente, permita reducir el número de aplicaciones fitosanitarias contra la plaga. En este contexto, se han desarrollado numerosas alternativas, algunas de las cuales ya se encuentran plenamente operativas, y otras en fase de desarrollo, augurando un buen futuro al control de la plaga.

Destacan la técnica de Captura Masiva de adultos, por medio de trampas cebadas con diferentes cebos alimenticios sólidos ó líquidos disponibles en el mercado y adicionadas (en el caso de cebos sólidos) con un insecticida para producir la muerte de las moscas y evitar que puedan escapar una vez capturadas. En este apartado, numerosos mosqueros y cebos están disponibles, aunque no todos muestran la misma eficacia, por lo que es conveniente recabar información cualificada, antes de elegir. Respecto del insecticida, la exclusión de Diclorvos (Vapona) del Anexo I (Directiva 91/414), está obligando a solicitar autorizaciones excepcionales de uso para este fin, en tanto que se ponen a punto otras soluciones alternativas, generalmente a base de piretrinas, de las que se encuentran muy avanzadas algunas de ellas (Bayer, SanSan, SEDQ y otras empresas tienen prototipos que podrían sustituir en el futuro a Vapona), y es previsible que en breve estén disponibles en el mercado con el registro correspondiente. Otras alternativas en este sentido se encuentran en fases más atrasadas pero con grandes expectativas.

Otro sistema desarrollado para el control de mosca de la fruta, es la suelta de machos estériles (SIT ó TIE), que se viene aplicando de forma más extensiva en la Comunidad Valenciana. Para mejorar o complementar este sistema de lucha, se está ensayando la aplicación de la técnica de Atraer y Esterilizar a base de trampas cebadas con atrayentes alimenticios y Lufenuron como agente esterilizador, que puede ayudar a mejorar la eficacia en el control de la plaga en grandes áreas.

También se está trabajando a nivel experimental con otras técnicas, como la de Atraer y Matar, con prototipos que están ya desarrollados (M3, Magnet Med) u otros en fase de desarrollo, todos ellos pendientes de los correspondientes registros y autorizaciones, que permitan su uso generalizado. Estos sistemas vienen a poner a disposición del agricultor, herramientas para el control de la plaga, dentro de los principios de Control Integrado, y permiten en la mayoría de los casos, minimizar la utilización de tratamientos insecticidas complementarios.

En el ámbito del control biológico también se están realizando avances importantes, evaluando la fauna autóctona que puede tener interés para el parasitismo de huevos o larvas de *Ceratitis*, entre los que destacan *Pachycrepoideus vindemmiae* y *Spalangia cameroni*, parasitoides de pupas y varios braconidos que se han importado para su evaluación y estudio de aclimatación y capacidad de control (*Diachasmimorpha tryoni*, *D. longicaudata* y *Fopius arisanus*), los dos primeros parasitoides larvarios y el último, parasitoide de huevos. Hasta la fecha no se ha podido confirmar la aclimatación a nivel de campo de estos auxiliares.

Minador de las hojas

Aunque en estos momentos Minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) no es una plaga importante en el cultivo de cítricos, o al menos, como parecía que iba a ser al principio de su presencia en España, no es conveniente relajar su control, especialmente en plantaciones jóvenes en desarrollo y formación, ya que puede condicionar esa etapa del cultivo, sobre todo en limonero, donde las técnicas de cultivo que se aplican en la actualidad, buscan forzar el desarrollo de la planta al máximo para entrar en producción lo antes posible y rentabilizar así la inversión. En estas condiciones, el cultivo puede permanecer en brotación permanente durante todo el verano, ofreciendo a la plaga sustrato alimenticio adecuado para reproducirse y ocasionar los daños característicos, en un periodo que coincide plenamente con el mayor desarrollo poblacional del insecto.

El control de Minador en plantaciones jóvenes (las más sensibles a sus daños) pasa por la aplicación en el agua de riego de insecticidas específicos autorizados o bien pintados al tronco del árbol para su absorción a través de la corteza. Las eficacias suelen ser muy elevadas. En el caso de plantaciones adultas se recomienda no tratar salvo casos excepcionales, y si es posible, conviene manejar el cultivo para evitar brotaciones temporáneas que faciliten la proliferación de la plaga.

El control biológico se desarrolló los primeros años de presencia de Minador y en la actualidad hay abundantes parasitoides, autóctonos como *Pnigalio* sp., y foráneos como *Citrostichus phyllocnistoides*, *Quadrastichus* sp., etc., que participan en el control de la plaga, evitando que constituya un problema severo como se temía en un principio. Además, depredadores como algunos trips, Crysopas, Orius y algunas arañas, también tienen una acción importante sobre la plaga, ayudando a controlar sus poblaciones.

Mosca blanca

La mosca blanca (*Aleurotrixus floccosus*) constituye en la actualidad un problema menor en el cultivo de los cítricos, toda vez que está muy bien resuelto su control por medio del parasitoide *Cales noacki*, introducido en España en los años 70, el cual tuvo una aclimatación extraordinaria y en la actualidad está presente en todos los huertos donde la plaga se manifiesta. Sus poblaciones más importantes se desarrollan en primavera y otoño, coincidiendo con los periodos de mayor importancia de los ataques de mosca. También se han detectado algunos depredadores que ayudan al control de la plaga en campo, aunque su importancia es menor.

El único riesgo de la plaga, deriva de actuaciones o aplicaciones inadecuadas en el cultivo, que mermen las poblaciones del parásito y permitan la proliferación incontrolada de la mosca. En estas situaciones se puede recurrir a aplicaciones puntuales, aunque es recomendable no tratar toda la explotación, dejando líneas o zonas sin tratar para asegurar refugio a los auxiliares, y elegir los productos con un perfil más favorable para los artrópodos beneficiosos. La elección de realizar exclusivamente un control químico, es un error importante que lleva a situaciones críticas en el cultivo, tanto por el desarrollo y agresividad de la plaga, como por la presencia de residuos en las cosechas y la alteración total y absoluta de la fauna auxiliar, lo que suele llevar aparejado, la aparición y proliferación descontrolada de otras plagas.

Polilla de los cítricos

La polilla de los cítricos (*Prays citri*) es una plaga que ataca casi exclusivamente al limón durante el periodo de floración principalmente. Sus daños muestran una cierta erraticidad a lo largo de los años, dependiendo de factores como la variedad de limón y las condiciones climatológicas de la zona. Generalmente la variedad Verna suele verse más afectada que las de Fino, probablemente debido al tipo de floración que tienen una y otra y al número de estas durante el año.

El control de la plaga se suele realizar por medio de tratamientos insecticidas, pudiendo aplicarse con buenos resultados, formulados a base de *Bacillus thuringiensis*, producto totalmente aceptado en estrategias de control integrado. En el apartado de control biológico no se conocen enemigos naturales de esta plaga, más allá de algún depredador generalista que pueda actuar sobre las larvas jóvenes. En el terreno del control tecnológico se han realizados intentos de aplicar técnicas de Captura Masiva de machos adultos por medio de trampas cebadas con feromona, sin que los resultados fuesen alentadores para continuar con ellos. Al ser un

problema que afecta de forma puntual y errática, es poco probable que se invierta en desarrollar sistemas alternativos de control.

Mosquito verde

Los problemas de mosquito verde (*Empoasca sp.*) suelen ir ligados a la presencia en zonas de huertos de cítricos, de otros cultivos hospedantes alternativos de la plaga, como son algunas hortícolas extensivas e intensivas (algodón, etc.) las cuales ofrecen un buen sustrato alimenticio para la plaga durante un largo periodo de tiempo y generan poblaciones de adultos que cuando no son controlados eficazmente en el cultivo, se acaban desplazando a los cítricos para ocasionar en ellos problemas sobre los frutos, en algunos casos de cierta severidad.

El control de esta plaga por medio de aplicaciones insecticidas resulta muy complicado, ya que no existen materias activas autorizadas en el cultivo de manera específica para estos usos, en el Registro de Productos Fitosanitarios, por lo que la alternativa es recurrir a otras que puedan tener acción sobre la plaga y que sí estén autorizadas para otros usos en el cultivo. El control biológico de la plaga no está desarrollado y aunque se tiene constancia de la existencia de parasitoides de adultos y de puestas de mosquito verde, la importancia real de esta acción es mínima e insuficiente para evitar los daños de la plaga en caso de presencia importante en la parcela. Otras técnicas de control podrían ser desarrolladas y puestas a punto, como la captura masiva por medio de trampas cromotrópicas, aunque por el momento no se ha realizado ese trabajo.

GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN TOMATE DE INDUSTRIA, EL CASO DE *Tuta absoluta*

José Manuel Durán Álvaro

*Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Sevilla. AGAPA.
Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
Junta de Andalucía*

RESUMEN

Se presentan las actividades realizadas en los últimos 3 años a raíz de la aparición de *Tuta absoluta* afectando al tomate para transformado industrial en Andalucía Occidental. La forma de actuar puede considerarse un posible modelo a seguir ante este tipo de problemática, dentro de una estrategia de Gestión Integrada de Plagas, habiendo resultado exitosa en esta ocasión.

INTRODUCCIÓN

El tomate para transformado industrial ocupa en Andalucía en torno a 3.500 has (promedio 2007-2011) el 97% de ellas ubicadas en la provincia de Sevilla. Es un cultivo de gran importancia social en comarcas como el Bajo Guadalquivir ya que a una rentabilidad potencialmente elevada, se le une el carácter de cultivo alternativo y el valor añadido que supone la presencia local de tres industrias transformadoras.

La Producción Integrada por su parte, como estrategia de manejo de cultivos, inició su andadura en Andalucía en 1996 con el cultivo de la fresa disponiéndose en la actualidad de 19 Reglamentos Específicos que dan cobertura a 29 cultivos. Es un proceso sostenido de elaboración y revisión a fin de irse adaptando a las necesidades de los distintos sectores y a los cambios que se van produciendo en los distintos aspectos agronómicos. En el caso del Tomate para Transformación Industrial su reglamento se aprobó mediante Orden de 2 de octubre de 2008 (BOJA 203) y días más tarde se publicó el de su industria de transformación mediante la Orden de 20 de octubre de ese mismo año (Boja 215). Su aplicación en campo se inició ya en la siguiente campaña de 2009 y desde entonces en torno al 80% de la superficie dedicada a este cultivo en Andalucía viene aplicando dicho Reglamento (Figura 1).

Tuta absoluta (Lepidoptera, Gelechiidae) es una especie originaria de Sudamérica donde se considera una de las plagas más importantes de este cultivo. En España se detectó por primera vez en Castellón a finales de 2006 y a partir de esa fecha se fue extendiendo muy rápidamente por todo el Levante para en la actualidad haber colonizado el resto de España, la mayoría de los países europeos, todo el arco mediterráneo y parte de Oriente Próximo. En la zona occidental de Andalucía se detectó a lo largo de 2008 en las trampas de feromona sexual pero no fue hasta finales de la campaña de 2009 cuando, en las parcelas más tardías, se produjeron daños extremadamente graves.

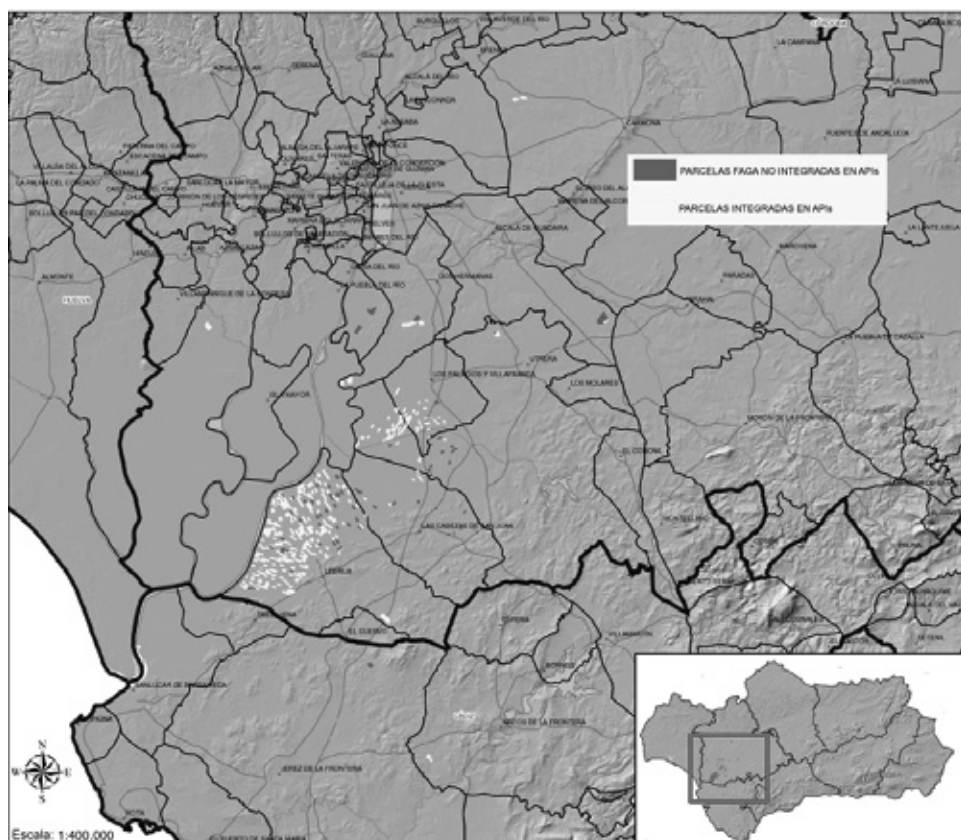


Figura 1: Parcelas de tomate para transformado industrial, 2012.

La campaña de 2010 se afrontaba pues en un ambiente de temor ante la virulencia mostrada por la nueva plaga y el desconocimiento que sobre ella había. La información disponible era insuficiente ya que estaba alejada de nuestras condiciones por referirse a invernaderos o a zonas con unas características agronómicas muy diferenciadas (Sudamérica).

En este escenario se produjo una petición del sector a la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía que se concretó en un convenio de colaboración suscrito por esta última y las Cooperativas de Las Marismas de Lebrija y Las Palmeras de El Trobal para *desarrollar una estrategia de manejo integrado de Tuta absoluta en tomate al aire libre*, ya que en el convenio se incluyó a la SAT Hortoventas de Ventas de Zafarraya, dedicada a la producción de tomate al aire libre para consumo en fresco. Por otra parte y de forma paralela se contaba con un proyecto puesto en marcha con anterioridad por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) para *evaluar estrategias alternativas para el manejo de plagas de lepidópteros en algodón y tomate para industria en el Bajo Guadalquivir*.

Dos premisas se asumieron como imprescindibles desde el principio: abordar el problema dentro de la estrategia global de Producción Integrada y conseguir la interacción permanente de todos los sectores implicados. El objetivo primero era lograr, ya en la misma campaña de 2010, establecer una estrategia a fin de que esta plaga no fuera limitante para el cultivo, permitiendo mantener el logro de una producción económicamente rentable. La información adquirida debía ir conduciendo a corto plazo a integrar la plaga en el elenco de las que afectan al tomate en nuestra zona.

En un primer momento se decidió de forma consensuada qué líneas de trabajo eran las prioritarias a abordar, las cuales podrían agruparse en tres epígrafes:

- Estudios sobre el ciclo biológico
- Sistema de muestreo y umbral de tratamiento
- Estrategias de control: lucha biológica, prácticas agronómicas y control químico.

Estos estudios se han desarrollado a lo largo de las campañas de 2010 y 2011. Ante los resultados obtenidos y el propio devenir de la plaga, en 2012 se ha realizado un seguimiento menos exhaustivo.

ESTUDIOS SOBRE EL CICLO BIOLÓGICO

El empleo de trampas cebadas con feromona sexual para el seguimiento del vuelo de los adultos (machos) está muy documentado tanto en ésta como en otras plagas y es utilizado de forma habitual por los técnicos en campo. A menudo es la primera herramienta a la que se recurre ante la sospecha de introducción de una nueva plaga. Fue de esta forma como se detectó por primera vez en la zona de Sanlúcar de Barrameda

(Cádiz) en abril de 2008. A lo largo de dicha campaña se fue detectando en todas las localidades de la zona donde se colocaron trampas. Éstas se mantuvieron en 2009.

A partir de 2010, cuando alcanzó el estatus de plaga y como primera medida, se instauró una red de trampas que cubriría toda la zona de cultivo. Se instalaron trampas tipo *Delta* en 11 puntos habiendo sido mantenidas por diferentes entidades: IFAPA, Cooperativas, UPA y este Laboratorio. Los datos son enviados semanalmente y, una vez procesados, nutren la página web de la Red de Alerta e Información Fitosanitaria de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (figura 2) donde se recogen en forma de curva media de vuelo:



Figura 2: Página web de la Red de Alerta e Información Fitosanitaria

La dinámica de vuelo a lo largo de estas campañas ha seguido pautas muy similares, como se aprecia en la figura 3.

El tipo de trampas empleado (Delta), el habitual en los trabajos referidos en bibliografía, presenta en nuestras condiciones al aire libre una

limitación en su capacidad de captura al saturarse la lámina engomada, sea por el volumen de insectos o por el polvo. Hemos probado las trampas de embudo (*funnel traps*) pero las capturas han sido muy bajas. Del mismo modo hemos utilizado una denominada "trampa móvil", consistente en una trampa estándar, delta con fondo engomado, la cual es colocada de forma itinerante a la llegada a cada parcela que debe ser muestreada. La trampa se sitúa en el centro de la parcela, se toma nota de la hora de colocación y se mantiene hasta que se finaliza el muestreo de dicha parcela, en ese momento se anota la hora de finalización, se calcula el tiempo que ha permanecido, se contabilizan los adultos capturados y el dato es expresado como *Adultos/hora*. La trampa se retira y se coloca de nuevo en las siguientes parcelas a muestrear. Las capturas están sometidas a la influencia de la hora y de la meteorología, pero pueden ser un complemento a los muestreos, detectando movimientos inhabituales y vuelos muy superiores a los niveles de saturación.

Ensayadas distintas alturas de colocación de las trampas se ha concluido que la eficacia aumenta significativamente cuando las trampas se sitúan casi a ras de suelo.

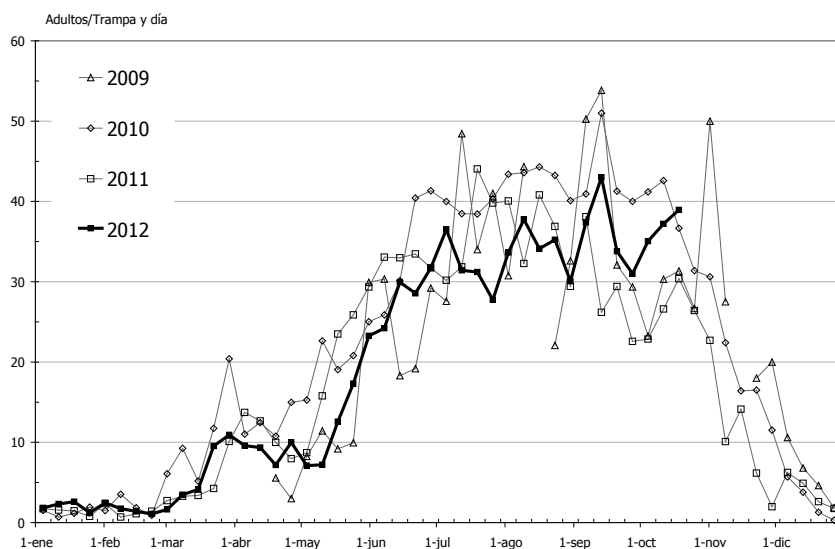


Figura 3: Curvas de vuelo de Tuta absoluta en trampas de feromona sexual

En los meses de invierno la actividad de los machos no llega a cesar, si bien las capturas son muy reducidas. En estos años hemos tenido tanto inviernos extremadamente lluviosos como otros excepcionalmente secos, sin que esto parezca haber afectado al desarrollo de esta plaga. Su comportamiento ha sido similar tanto en el tiempo como en el volumen de las capturas.

En el mes de marzo, coincidiendo con la subida de las temperaturas máximas hasta los 20°C, se suele incrementar la captura de machos. Ocasionalmente puede haber alguna parcela ya transplantada de tomate de industria, pero en estas últimas campañas han sido muy escasas. En este periodo hemos confirmado que el principal huésped disponible en la zona al aire libre es la patata, por lo general en fase de emergencia. Sobre este cultivo (y las escasas parcelas de tomate) se desarrolla la primera generación del año, la cual suele pasar desapercibida. La presencia de invernaderos con huéspedes susceptibles es muy reducida en la zona habitual de cultivo, siendo reseñable si acaso en la cercanía a la localidad de Los Palacios. En la zona de la Costa Noroccidental de Cádiz sí pueden alcanzarse poblaciones más elevadas en este periodo debido a la presencia tanto de invernaderos de solanáceas como de cultivo de patata extratemprana.

A lo largo de marzo las capturas aumentan pudiendo verse afectadas algunas parcelas de tomate de plantación temprana pero es en abril cuando éstas pueden colonizarse. Se trata por lo general de pocas parcelas, las más precoces en cada zona.

Por lo general, cuando una parcela es atacada la mayor parte de la población tiende a permanecer en ella mientras el cultivo permite el desarrollo de las nuevas larvas, tanto si se trata de tomate como de patata. Sólo cuando las plantas empiezan a agostarse las hembras se desplazan masivamente a otras parcelas. En este sentido el comportamiento de ambos sexos parece diferir, mientras los machos muestran una gran capacidad de vuelo, de manera que se capturan de forma permanente en puntos muy alejados de cualquier huésped, incluso sin cultivos, las hembras se desplazan tan sólo lo necesario hasta encontrar plantas susceptibles. Esta actitud llega al punto de que la colonización se inicia en las líneas más próximas a las lindes y a menudo sólo se expande al resto de la parcela en las sucesivas generaciones. Este comportamiento tiene componentes positivos y negativos ya que facilita el control y la gestión de las intervenciones pero obliga a un muestreo bien dirigido por parte del técnico que por otra parte debe conocer la distribución en la zona de los posibles huéspedes para anticiparse a la invasión.

Con las salvedades ya citadas, las capturas aumentan sistemáticamente a lo largo de mayo y junio (figura 3), desarrollándose dos generaciones, generalmente en las parcelas inicialmente afectadas. Sólo cuando se inicia el secado de las parcelas de patata, hacia mayo, se produce un trasiego de hembras que afectan generalmente a las parcelas más próximas, por lo que esta incidencia puede ser hasta cierto punto previsible.

La duración de cada generación en este periodo está en torno a 1 mes, si bien no se trata de poblaciones discretas sino solapadas, encontrándose simultáneamente todos los estados de desarrollo.

En las parcelas más precoces y que hayan podido verse afectadas por *Tuta absoluta*, en general pocas, a lo largo de junio es cuando empieza a ser ostensible la presencia de la plaga. Su riesgo suele ser bajo dada la proximidad a la recolección que empieza hacia mediados de julio. Al iniciarse ésta suele comenzar un periodo de incremento de vuelo y por tanto las parcelas más tardías, hasta el momento por lo general exentas de ataque, comienzan a ser colonizadas. En buena lógica, conforme el número de parcelas en cultivo se va reduciendo, aumenta la concentración de la población y la severidad del ataque, como ocurriera en 2009.

A lo largo de la campaña de tomate de industria hemos calculado el desarrollo de 4-5 generaciones en este cultivo, si bien afectando de manera sucesiva a diferentes fechas de plantación, de forma que una parcela concreta no se ve afectada por más de 3 generaciones. El corto ciclo de cultivo, en torno a 120 días desde la plantación a la recolección, contribuye a que la población no alcance mayores proporciones.

Al margen del tomate de industria, en nuestras condiciones al aire libre se desarrolla otra generación anterior, sobre patata temprana, y posteriormente una o dos generaciones otoñales que utilizan como huésped principal de nuevo las patatas, sean éstas ricias o las escasas parcelas de siembra otoñal. Ocasionalmente se ha asentado la plaga sobre ricias y rebrotes de tomate.

Hemos prospectado los posibles huéspedes referidos en bibliografía y presentes en la zona, sean cultivados o de entre la vegetación espontánea, sin haber encontrado tuta en prácticamente ninguno. Al margen de las solanáceas cultivadas ya citadas (patata y tomate) apenas si hay presencia de berenjena en la zona, la cual sí se ha visto afectada, pero no ha ocurrido lo mismo con los pimientos. En cualquier caso ambos cultivos son prácticamente anecdóticos. De entre la vegetación espontánea tan sólo *Solanum nigrum* se ha visto afectada por esta plaga pero siempre de forma esporádica y sólo cuando las plantas se encontraban dentro de parcelas de tomate con ataques muy graves.

SISTEMA DE MUESTREO Y UMBRAL DE TRATAMIENTO

El establecimiento tanto de un sistema de muestreo como de un umbral de tratamiento científicamente correctos es una labor ardua que precisa de un largo periodo de trabajo y evaluación, algo de lo que no disponíamos. Como por otra parte consideramos que ambos elementos son fundamentales para manejar una plaga dentro de los parámetros de

un control integrado, nos planteamos lograr en un plazo breve un modelo con una fiabilidad suficiente, adaptado a nuestras condiciones, sacrificando el rigor en aras de la eficiencia.

A lo largo de 2010 evaluamos diferentes sistemas de muestreo con la premisa de que se adaptaran a las posibilidades de los técnicos que aplican la Producción Integrada en el día a día. El sistema finalmente elegido y que hemos ido validando a lo largo de 2011 y 2012 consiste en la toma de una serie de puntos de muestreo al azar, que puede oscilar entre 25 y 50 por parcela, según el tamaño de ésta y de la variabilidad de los datos que se vayan obteniendo, de manera siempre que se cubra toda la superficie de forma homogénea, incluidas las lindes. En cada uno de estos puntos de muestreo se toman 3 hojas completas (todos los folíolos) de diferente edad:

- una hoja “nueva” pero ya desarrollada, generalmente la 2ª desde uno de los ápices
- una hoja “media”, por lo general 2 pisos más abajo de la anterior
- una tercera hoja “vieja”, de la zona baja de la planta pero aún verde y en buen estado vegetativo, sin otras afecciones graves.

En estas 3 hojas se contabiliza el total de galerías provocadas por tuta, independientemente de si la galería se encuentra llena o vacía, y los datos se expresan como galerías/hoja, dividiendo el total de galerías registradas por el número de hojas muestreadas (siempre múltiplo de tres). La dinámica del ataque en una parcela suele incluir un primer periodo de lento incremento que es más dilatado en parcelas de plantación temprana y con ataque precoz y más breve en parcelas tardías infestadas a partir del inicio de la recolección en la zona. A partir de un nivel de ataque en torno a 0,5 galerías/hoja la curva sufre un desarrollo exponencial muy difícil de controlar y que sólo se detiene por el propio agostamiento de la vegetación (figura 4).

Aplicando este sistema de muestreo a parcelas convencionales a lo largo de estas tres campañas, hemos establecido unos umbrales de tratamiento en una banda de 0,2-0,5 galerías/hoja. Por debajo de 0,2 no ha habido necesidad de intervenir contra *Tuta absoluta*. Es a partir de esta cifra cuando ha de sopesarse si debe tratarse químicamente la plaga, en función principalmente de la fenología del cultivo y la fecha de recolección prevista. Si se alcanza la cifra más alta (0,5) se debe intervenir con alguno de los productos específicos. A partir de ese momento los posteriores tratamientos vendrán determinados por la evolución de la plaga y los muestreos, pero es muy probable que se deba intervenir a los 7-10 días. Aumentar este plazo puede suponer un alto riesgo si los muestreos que se realizan no reflejan fielmente la situación de la parcela, en especial

por la presencia de zonas más gravemente atacadas, generalmente linderos o esquinas, ya que conforme la población supera la cifra de 0,5 galerías/hoja su control se hace más difícil.

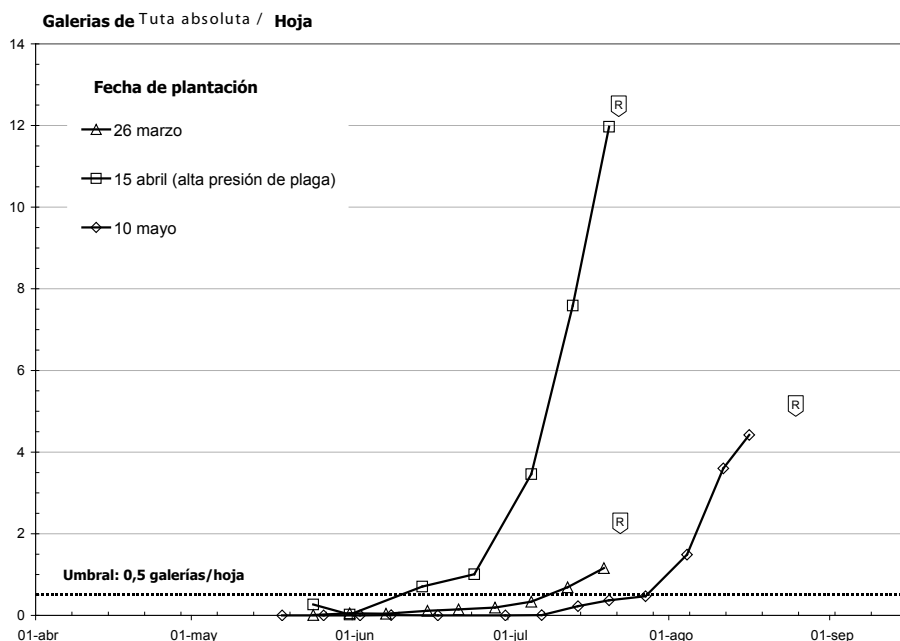


Figura 4: Ejemplos de dinámica poblacional de *Tuta absoluta*

ESTRATEGIAS DE CONTROL: LUCHA BIOLÓGICA

Dentro de la Gestión Integrada de Plagas la lucha biológica es una herramienta fundamental. En nuestras condiciones de cultivo es inevitable la interrelación entre cultivos y parcelas vecinas y hay una mayor dependencia de la meteorología, frente a lo que ocurre en los cultivos protegidos, pero sobre todo existen limitaciones económicas que hacen difícil la introducción de poblaciones criadas artificialmente. No obstante en los últimos años se ha ido poniendo a punto para los invernaderos una técnica consistente en la inoculación del insecto auxiliar en la fase de semillero, de forma que se traslade al terreno de plantación una población suficiente para promover su posterior actuación. Este sistema no se había ensayado al aire libre pero se consideró una posibilidad ante el temor a la severidad de esta plaga.

En los cultivos extensivos al aire libre de nuestra zona la estrategia habitualmente empleada viene siendo el respeto y la potenciación de las poblaciones autóctonas. Los primeros trabajos en este sentido no pueden

ser otros que conocer la relación que se establece entre la nueva plaga y la fauna auxiliar ya establecida en la zona, por lo que se planteó su evaluación. En los numerosos muestreos realizados en las distintas parcelas objeto de algún tipo de estudio entre 2010 y 2012, distribuidas por toda la zona de cultivo, se ha tenido en cuenta la presencia de todo tipo de depredador y por otra parte se han ido recogiendo larvas de *T. absoluta* que se han evolucionado en laboratorio para la detección de parasitoides.

Prácticamente no se ha detectado presencia de depredadores en el cultivo de tomate, ni tan siquiera de aquellos generalistas tan habituales en otros cultivos del entorno como *Orius laevigatus*, *Nabis* spp., *Geocoris lineola*, *Deraeocoris serenus*, ... Tan sólo en el caso de *Chrysoperla carnea* se ha encontrado un cierto número, siempre reducido, de huevos pero en ningún caso de larvas.

Nesidiocoris tenuis, especie presente de forma natural en la zona, se ha detectado sólo en la fase final del cultivo como ya ocurriera en años anteriores a la llegada de tuta. Dado que en otros cultivos de la zona (algodón, remolacha, maíz,...) nunca se ha encontrado, pensamos que puede alojarse y multiplicarse en la vegetación espontánea. En este sentido se han realizado muestreos puntuales de la planta *Dittrichia* (*Inula*) *viscosa* dada su abundancia en la zona y el uso que de ella se está haciendo en los invernaderos. No se ha detectado la presencia de *N. tenuis* si bien durante toda la campaña ha sido frecuente encontrar en ellas otro hemíptero similar, *Macrotylus atricapillus*, que por el contrario no se han detectado en el tomate. Otro candidato a depredar *Tuta absoluta*, dentro de este mismo orden, era *Macrolophus* spp. el cual se ha encontrado en el cultivo sólo ocasionalmente.

En 2010 hubo una importante incidencia del parásito *Thrichogramma* sp. grupo *evanescens* sobre huevos de *Helicoverpa armigera* en tomate, algo que nunca hemos detectado cuando esta plaga afecta a su principal huésped en la zona, el algodón, ni incluso en dicha campaña. Sin embargo apenas encontramos huevos de *Tuta absoluta* con síntomas de este parasitismo, aunque estos muestreos no han sido exhaustivos. En las posteriores campañas prácticamente no han vuelto a aparecer huevos de *Helicoverpa armigera* parasitados.

Numerosas larvas de tuta han sido llevadas al laboratorio donde eran examinadas para detectar la presencia de parasitoides (incluso sólo por posibles síntomas) en cuyo caso éstos se evolucionaban. El porcentaje de larvas parasitadas durante la campaña ha sido muy bajo, en torno al 0,1-0,3 %, cifra que tan sólo aumentaba una vez finalizada la recolección, momento en que la población de tuta se concentra en los escasos huéspedes presentes.

La única especie de parásito detectada en 2010 fue *Necremnus artynes* (Hymenoptera, *Eulophidae*) pero en 2011 se le añadieron otras dos especies: el también eulófido *Neochrysocharis formosa* y el bracónido *Habobracon hebetor*. En todos los casos han sido muy pocos ejemplares y se trata de especies ya presentes en la zona sobre otros huéspedes entre los que cabría destacar los agromícidos. En este sentido, y como parte de estos trabajos, hemos detectado en el cultivo otras especies parásitas de minadores de hoja y candidatas a parasitar a *Tuta absoluta*, todas ellas también pertenecientes a la familia *Eulophidae*: *Hemiptarsenus zilahisebessi*, *Cirrospilus vittatus*, *Diglyphus isaea* y *D. minoens*.

En nuestras condiciones, la fauna auxiliar autóctona hallada en las parcelas de tomate para transformado industrial no presenta (de momento) unos niveles de control biológico interesantes, sin que por ello éste deba ser desdeñado.

Para ensayar las posibilidades de la técnica de inoculación de insectos auxiliares en la fase de semillero contamos con la colaboración de la empresa Koppert Biological Systems. El candidato elegido fue *Nesidiocoris tenuis* dado los buenos resultados que se empezaban a cosechar en los invernaderos y su presencia natural en la zona, utilizándose el producto Nesibug.

La experiencia se ha realizado tanto en 2010 como en 2011 en 3 y 4 parcelas respectivamente, abarcando en lo posible las diferentes fechas de plantación. La inoculación de *N. tenuis* en el semillero se realizó en 2010 a una dosis de 250 adultos por cada 1.000 plantas, para una densidad de plantación de 35.000 plantas por hectárea. La suelta inoculativa se realizó 5 días antes de la salida a campo de las plantas y se añadían 10 g de huevos de *Ephestia kuehniella* por cada 2.500 plantas (Entomofood de Koppert). En 2011 la dosis se redujo a 130 adultos por cada 1.000 plantas y se adelantó la suelta a 10 días antes de la plantación.

El diseño empleado en todos los casos fue el de una subparcela de 1 ha con plantas inoculadas frente al resto de la parcela con las mismas condiciones de cultivo y plantas sin inocular. Las diferentes parcelas, todas ellas de carácter comercial, fueron muestreadas semanalmente a lo largo del ciclo. En la parcela estándar el control fitosanitario se basó en los criterios fijados en Producción Integrada y en la parcela inoculada éstos se adaptaron a la realización de la menor cantidad posible de aplicaciones fitosanitarias.

N. tenuis se implantó en todas las parcelas excepto en una, lo que se atribuyó a un problema de residuos de insecticidas en el semillero. A lo largo de cada campaña se han desarrollado en el cultivo al menos tres generaciones con poblaciones crecientes (figura 5). En las parcelas más

tardías se suele apuntar una cuarta generación que se trunca por la recolección. El ciclo del cultivo, en torno a 120 días por parcela y con un total de 5 meses en la zona, no permite alcanzar mayores poblaciones.

Las cifras de individuos en 2011 han sido más elevadas ya que el conocimiento de la plaga nos permitió no intervenir químicamente en la subparcela inoculada. La multiplicación ha sido menor en los casos de plantaciones tempranas.

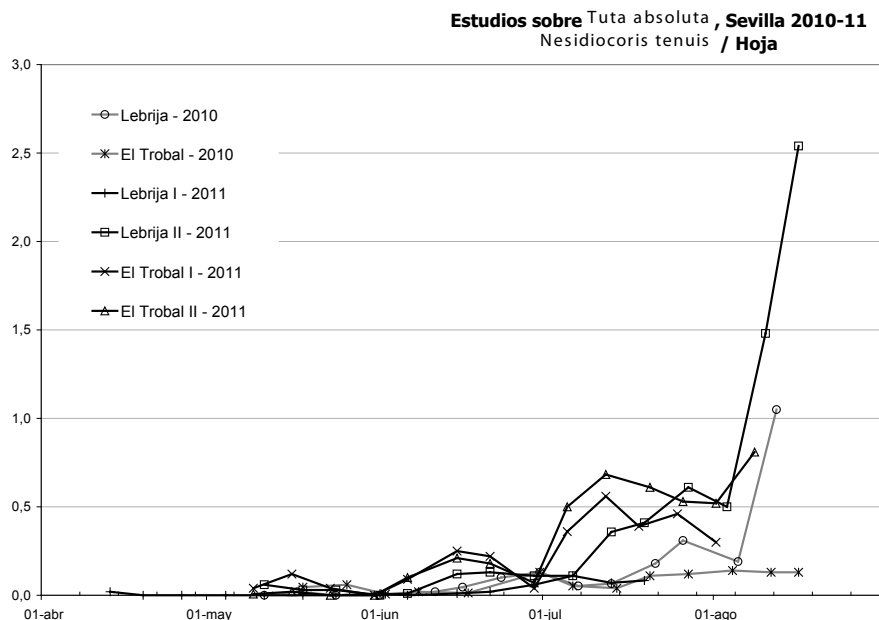


Figura 5: Suelta inoculativa de *Nesidiocoris tenuis*. Individuos/hoja

Los niveles de ataque de tuta han sido similares en las parcelas inoculadas y en las estándar, si bien en estas últimas ha debido intervenir químicamente. En las parcelas de plantación tardía, donde la multiplicación del depredador es mayor, y en la última fase del cultivo en que el riesgo de daños por parte de la plaga es alto, el balance ha sido manifiestamente favorable a las parcelas inoculadas. Los tratamientos fitosanitarios realizados en 2011, año con un mejor conocimiento de la plaga, se recogen en el cuadro 1.

El promedio de uso de plaguicidas (sin considerar los funguicidas) supondría un potencial de ahorro en torno a 150 €/ha para una campaña como la de 2011, una cifra similar a la obtenida en 2010. En este margen debería entrar el coste de la inoculación de *Nesidiocoris*. Sin embargo esta cifra ha oscilado entre 0 €/ha en la parcela más temprana y 226

€/ha en aquella en la que más se ha intervenido químicamente, por lo que la inversión es de una rentabilidad imprevisible. En general las aplicaciones realizadas contra *Tuta absoluta* han ido disminuyendo en las sucesivas campañas conforme a la experiencia adquirida, siendo previsible que en el futuro puedan reducirse aún más.

Cuadro 1: Experiencia de suelta inoculativa de *N. tenuis*. Coste de plaguicidas.

Parcela	Subparcela	tuta		heliiothis		Otros (*)		Total	
		nº	€/Ha	nº	€/Ha	nº	€/Ha	nº	€/Ha
Lebrija I	estándar	1	73	-	-	2	48	3	121
	nesidiocoris	1	73	-	-	2	48	3	121
Lebrija II	estándar	1	73	2	91	4	96	7	260
	nesidiocoris	-	-	-	-	4	96	4	96
El Trobal I	estándar	3	129	2	63	4	106	9	298
	nesidiocoris	-	-	-	-	3	72	3	72
El Trobal II	estándar	2	86	2	86	4	106	8	278
	nesidiocoris	-	-	-	-	3	72	3	72
Promedio	estándar	1,8	90	2	60	4	89	6,8	240
	nesidiocoris	0,3	18	-	-	3	72	3,3	90

(*) Azufre en espolvoreo.

Por lo demás habría que valorar el factor de riesgo que se asume en una parcela inoculada en la que se debe respetar de forma más intensa a los insectos auxiliares, así como el menor número de sustancias activas disponibles por el mismo motivo. La interacción con otras plagas no ha quedado suficientemente establecida y son varios los aspectos tanto positivos como negativos que puede tener la polifagia de esta especie y la presencia en el cultivo de plagas como *Helicoverpa armigera*, *Tetranychus urticae*, *Bemisia tabaci*,...

Otras dificultades de esta técnica son, al menos de momento, la organización de los semilleros y el suministro de plantas a cada parcela, los posibles residuos en la cuba de tratamiento, la deriva desde parcelas colindantes,... así como la necesidad de realizar una inversión económica al comienzo de la campaña. Consideramos pues que, al menos en nuestras actuales condiciones, no es una técnica que vaya a implantarse. Su utilidad más inmediata sería en parcelas de agricultura ecológica o similar, en la que no se pueda disponer de fitosanitarios.

ESTRATEGIAS DE CONTROL: MEDIDAS AGRONÓMICAS

El empleo de plantas libres de esta plaga es una medida básica en cultivo en condiciones de invernadero. Si bien para un tomate al aire libre su importancia puede parecer menor, es una medida que considerada a nivel colectivo sí adquiere relevancia, por lo que en un primer momento se hizo mucho hincapié. Aunque las cifras oscilan cada año, las plantas empleadas proceden en un 70-80% de semilleros de la zona, en tanto que alrededor de un 20% proviene de semilleros del Levante, con mayor presión de esta plaga en invierno y por tanto considerados de cierto riesgo. El primer año se realizó una vigilancia exhaustiva y en ningún caso se constató la presencia de galerías de *Tuta absoluta*. Se mantiene no obstante la vigilancia y la recomendación.

En estas campañas se ha ido comprobando la relación entre la fecha de plantación y el riesgo de incidencia de la plaga. Las parcelas más precoces pueden verse afectadas antes pero la lenta multiplicación de la plaga no suele alcanzar niveles de riesgo más que al final de su cultivo. Las parcelas de plantación tardía no se suelen ver afectadas hasta el comienzo de la recolección de otras parcelas del entorno, lo que implica un periodo de riesgo relativamente corto pero que va en aumento a lo largo del mes de agosto.

En general el riesgo está más relacionado con la presencia de focos, en algunos casos de invernaderos y huertos, pero fundamentalmente de parcelas de patata de temporada. Cuando se inicia el agostamiento de éstas los adultos se desplazan e invaden las parcelas de tomate más próximas, aunque disten varios kilómetros. Por ello se hace mucho hincapié en conocer la ubicación de estas parcelas en la comarca. Lo mismo cabría decir de otras parcelas de tomate de fenología más adelantada.

Una medida agronómica que se ha mostrado muy necesaria es mantener el buen estado vegetativo de las plantas. En este cultivo el daño principal de tuta es la destrucción de la masa foliar, lo que conlleva la exposición de los frutos al sol y su consiguiente deterioro. En tanto éstos se mantengan cubiertos en la fase final, los daños se verán paliados.

Un elemento que en principio parecía importante era la evolución de la plaga tras la recolección. Hay que tener en cuenta que, aunque cada parcela concreta tiene una única fecha de plantación y recolección (dos en algunos casos), a nivel de zona ésta es escalonada y se extiende a lo largo de unos 45 días. En 2009 los daños más graves se produjeron en las parcelas de recolección más tardía, al concentrarse en ellas la población.

En 2010 se estudió la evolución de la población existente en una parcela tras su recolección. Las variables estudiadas fueron: terreno recién

cosechado sin restos vegetales, terreno con los restos vegetales tal como los deja la cosechadora y terreno inmediatamente labrado. Esta tercera variable apenas pudo llevarse a cabo. Para ello en 5 parcelas de diferente fecha de plantación se colocaron, tras su recolección, las correspondientes jaulas sobre 1 m² de terreno. En su interior se colocaban tanto una trampa delta con feromona sexual como una placa amarilla engomada para estudiar la salida de los adultos. En todos los casos se realizaron 2 repeticiones por cada variable.

El periodo desde la recolección hasta la emergencia del total de individuos osciló de 11-13 días en agosto, hasta 29 días para la última parcela recolectada (septiembre). En el cuadro 2 se reflejan la cifras de capturas de adultos acumuladas. La aplicación de *clorraniliprol* dos semanas antes de la recolección ha reducido la población de forma significativa. La retirada de los restos vegetales puede ser una medida muy eficiente pero en la práctica cuando esto se hace los restos son dejados amontonados en la linde de la parcela para su secado, con lo que esta eficacia se pierde. El laboreo con grada o subsolador inmediatamente tras la recolección, con los restos aún verdes, puede ser una medida igualmente muy eficaz.

Cuadro 2. Captura acumulada de adultos tras la recolección.

Parcela	Días transcurridos	Adultos acumulados en 1m ²		
		Suelo desnudo	Restos vegetales	Suelo labrado
Maribáñez	11	4	21	-
4100	13	2	40	-
4100 Alt (*)	14	0	6	-
4066 (*)	26	2	3	0
Trobal	29	4	45	3

(*) Tratamiento con *clorraniliprol* dos semanas antes de la recolección.

En nuestras condiciones parece difícil llevar a la práctica alguna de las medidas culturales que se han mostrado eficaces. En cualquier caso la situación y los daños de 2009 no han vuelto a producirse, creemos que fundamentalmente porque las poblaciones de la plaga se han mantenido a niveles bajos durante todo el ciclo de cultivo. Aunque las parcelas más tardías sí sufren una mayor presión en la fase final, tanto el conocimiento de la dinámica poblacional de la plaga como el corto periodo de exposición a estas poblaciones y el uso de plaguicidas específicos hace que el riesgo sea moderado.

ESTRATEGIAS DE CONTROL: CONTROL QUÍMICO

Como una de las herramientas de Gestión Integrada de Plagas pero en general relegada a una última opción, se encuentra el control químico.

La lucha contra *Tuta absoluta* en su zona de origen se ha basado en gran medida en la aplicación reiterada de plaguicidas y la bibliografía recoge numerosas citas de resistencia, un fenómeno que es fundamental evitar en la Gestión Integrada de Plagas. En 2010 se diseñó preventivamente una estrategia de manejo de resistencias adaptada a las propuestas de IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) y de los fabricantes de las sustancias activas a emplear, utilizándolas en función de su modo de acción. No obstante la realidad ha venido a limitar el riesgo dado el bajo número de tratamientos a que tuta se ve sometida en la zona y al desarrollo de varias generaciones sin intervención química, dentro y fuera del cultivo.

Poner en marcha un programa de Gestión Integrada de Plagas en un cultivo y lograr un cierto nivel de éxito es tarea ardua que no debería verse distorsionada por la aparición de una plaga de nueva introducción y su necesario control. En el momento de la aparición de tuta en nuestra zona ya era generalizado el empleo del control integrado en el tomate para transformado industrial, fuera dentro o no de un programa oficial de Producción Integrada. El uso de insecticidas se venía rigiendo pues por parámetros muy restrictivos entre los que cabría destacar su perfil toxicológico, su efecto sobre la fauna auxiliar, los riesgos para el aplicador, la ausencia de residuos, las exigencias de los compradores,... Muchos de estos plaguicidas se consideran de nueva generación, estando en aquel momento algunos ya autorizados contra otras orugas (indoxacarb, spinosad) y otros próximos a su registro (clorantpriliprol, emamectina y metaflumizona). Es de señalar la celeridad con que se autorizaron de manera provisional estas últimas sustancias, ya que este tipo de medida es fundamental para solventar los primeros momentos de desconocimiento.

A partir de la información previamente generada en los invernaderos del Levante, pero adaptándola a nuestros requerimientos, se seleccionaron una serie de productos candidatos a ser empleados para controlar *Tuta absoluta* al aire libre. La comunicación permanente entre los sectores afectados, en especial la de los técnicos que actuaban directamente en campo, aportó una información muy valiosa en la primera campaña, en especial en lo referido a la eficacia de las distintas sustancias activas y a su manejo. Paralelamente hemos ido realizando varios ensayos en condiciones de campo, tarea compleja dada la dificultad para alcanzar poblaciones elevadas de plaga sin por ello comprometer la producción de la parcela. La relación de sustancias activas realmente eficaces se ha ido

reduciendo en estos ensayos conforme aumentaba la información de que se disponía.

En los cuadros 3 y 4 se resumen los datos obtenidos en el último de los ensayos realizados, al ser similares a los anteriores. En este caso el diseño ha consistido en bloques al azar con 4 repeticiones. La parcela elemental era de 90 m² (6 mesas de 1 metro de ancho y 0,5 de calle, por 10 metros de longitud) y la aplicación se realizó el 13 de junio de 2011 utilizando una mochila con motor y un gasto equivalente a 300 litros/ha. Eludiendo el efecto borde, se han realizado muestreos de plantas a los 3, 7, 14 y 21 días, tanto en campo como llevándolas al laboratorio.

Cuadro 3: Variables del ensayo químico. Los Palacios (Sevilla), 2011.

Sustancia activa	Producto Comercial	Empresa	Dosis / ha
clorantraniliprol	Altacor	DuPont	120 g
emamectina	Affirm	Syngenta	1.500 g
indoxacarb	Steward	DuPont	125 g
spinosad	Spintor	Dow	250 cm ³
testigo			

En el cuadro 4 sólo se recoge el parámetro que se viene utilizando a nivel de técnicos al ser el de más fácil interpretación. Hay que señalar en primer lugar que el nivel de ataque inicial era a todas luces excesivo, útil sólo para un ensayo de este tipo. Respecto al umbral de tratamiento que recomendamos de 0,5 galerías/hoja, en esta ocasión se partía de una cifra cuatro veces más alta, con un promedio de 2,2 galerías/hoja. Tanto emamectina como indoxacarb presentan unos niveles de control satisfactorios en sus condiciones de uso habitual en campo, por parte de los agricultores, y para el umbral recomendado. Spinosad por su parte ha presentado un control similar a clorantraniliprol hasta los 14 días pero su persistencia ha sido menor. Este último producto se ha constituido en el referente cuando el riesgo es más elevado.

Cuadro 4: Valoración en campo: Galerías / hoja.

	T0	T+1	T+3	T+7	T+14	T+21	Σ	LSD 95%
clorantranilipol	2,7	1,6	2,5	4,6	6,3	11,6	29,3	a
spinosad	1,8	2,8	2,0	3,2	9,6	22,5	42,0	a b
emamectina	1,6	1,9	3,4	5,6	15,3	23,4	51,3	b
indoxacarb	3,0	1,8	3,3	5,6	15,4	21,5	50,7	b
testigo	1,9	3,0	3,0	5,6	15,9	25,9	55,4	b

BALANCE FITOSANITARIO EN PARCELAS DE PRODUCCIÓN INTEGRADA

La información recogida en la RAIF (figura 2) se nutre fundamentalmente de los datos aportados por los técnicos de las Agrupaciones de Producción Integrada, cada uno de los cuales envía semanalmente toda la información agronómica de 10 de las parcelas por ellos gestionadas. De aquí puede extraerse la evolución de los tratamientos fitosanitarios en los últimos años y cómo ha incidido la aparición de *Tuta absoluta*. (cuadro 5 y figuras 6 y 7)

La única enfermedad de importancia en la zona suele ser el oídio provocado por el hongo *Leveillula taurica* pero ha habido dos campañas en que hemos asistido a una situación, hasta el momento excepcional, de elevada incidencia de mildiu (*Phytophthora infestans*) especialmente en 2011 (Figura 6). Las parcelas de plantación temprana sufrieron a menudo ataques muy intensos que obligaron a realizar numerosos tratamientos durante el mes de junio, un promedio de 2,5 pero llegando a más de 4 en un 8% de parcelas. No obstante la cifra promedio se diluye al haber un 33% de parcelas (en general aquellas de plantación tardía) en las que no fue preciso intervenir.

Cuadro 5: Producción Integrada de tomate de industria. Tratamientos fitosanitarios en una parcela media

	Incidencia (% parcelas tratadas)				Tratamientos / Parcela			
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Gusanos alambre	92,4	75,5	72,8	91,9	1,0	0,8	0,8	1,1
Eriófidos	100,0	83,2	83,8	90,3	1,9	1,8	2,0	2,3
Heliothis	100,0	55,2	63,2	75,8	3,4	0,8	1,1	1,8
Tuta	-	99,3	49,3	59,7	-	5,9	1,0	0,7
Araña roja	25,8	9,1	16,2	33,9	0,3	0,1	0,2	0,5
Otras orugas	1,5	7,0	13,3	16,3	-	0,1	0,2	0,5
Oídio	84,9	83,2	36,8	98,4	1,8	1,3	0,7	2,0
Mildiu	-	40,6	66,2	9,7	-	0,6	1,7	0,1
Otras enfermed.	-	2,8	23,5	-	-	-	0,3	-

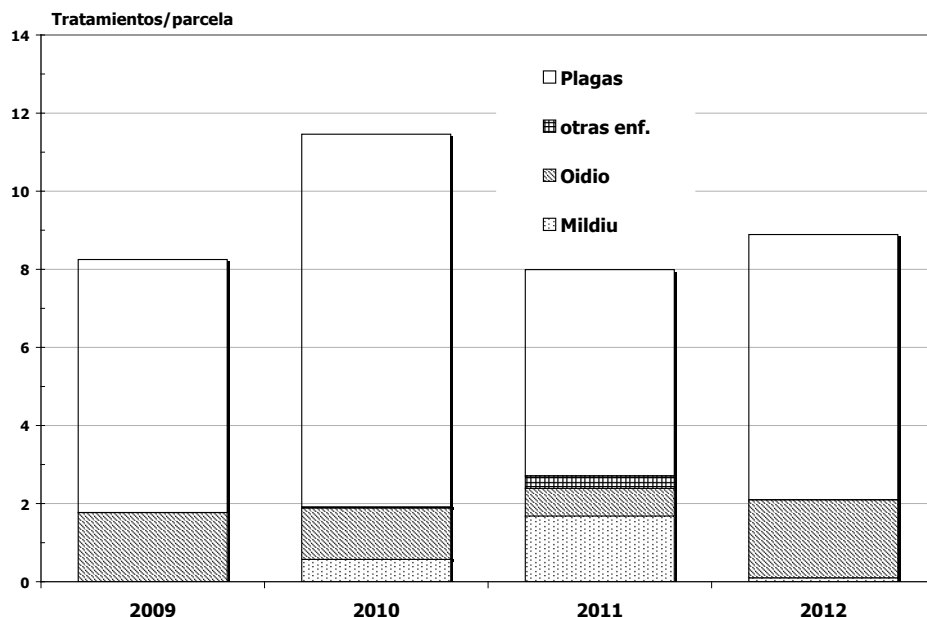


Figura 6: Producción Integrada de tomate para transformado industrial. Tratamientos fungicidas en una parcela media frente al total.

Los tratamientos contra oídio se basan tanto en el empleo de fungicidas específicos como en el de espolvoreos de azufre, fundamentales por lo demás para el control de eriódidos.

En 2010 se realizaron un gran número de tratamientos insecticidas contra *Tuta absoluta* debido al temor reinante y a una estrategia conservadora que implicaba el empleo sistemático de *Bacillus thuringiensis* de manera preventiva. No obstante algunos de los tratamientos atribuidos a tuta se dirigieron en parte al control simultaneo de *Helicoverpa armigera*. El promedio fue de 6 tratamientos por parcela, de los cuales el 74% tuvo como sustancia activa el citado *Bt*.

La estrategia de empleo preventivo de *Bacillus thuringiensis* se vio superada incluso esa misma campaña. Como alternativa, una vigilancia eficiente y un uso racional de las sustancias activas específicas suponen una gran reducción en el número de aplicaciones y un ahorro económico.

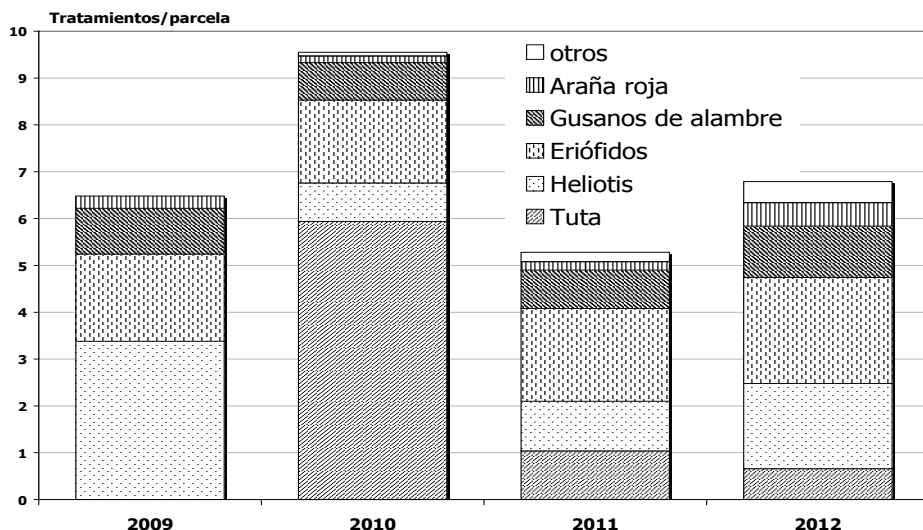


Figura 7: Producción Integrada de tomate de industria. Tratamientos insecticidas y acaricidas en una parcela media

En 2011, tras la información acumulada en la anterior campaña, los tratamientos contra tuta se redujeron a un promedio de 1 aplicación por parcela. Más reseñable es si cabe que, así como en 2010 en el 99,3 % de parcela se intervino contra esta plaga, en las últimas campañas el 40-50% de parcelas no ha precisado de estos tratamientos.

Esta última campaña de 2012 la cifra de tratamientos contra tuta en la parcela media se ha reducido a 0,66. De hecho sólo se ha intervenido en un 60% de las parcelas y en estos casos mayoritariamente con 1 única aplicación.

Los tratamientos contra eriófidos (*Aculops lycopersici*) a base de azufre en espolvoreo se han mantenido o incrementado a lo largo de estas campañas habiéndose puesto de manifiesto su necesidad. Su efecto indirecto sobre la multiplicación de *Tuta absoluta* no se ha estudiado en profundidad pero no debe descartarse.

La otra plaga clave del cultivo es heliothis (*Helicoverpa armigera*) que suele desarrollar una generación en el cultivo alrededor del mes de junio para luego desplazarse al algodón. Su control por lo general es previo al de tuta pero al compartir las mismas sustancias activas estos tratamientos están muy interrelacionados.

Se mantiene el control de los gusanos de alambre (*Agriotes* spp.) mediante la aplicación de un granulado en el momento de la plantación, ya que esta práctica se considera fundamental para una implantación satisfactoria del cultivo. Se viene realizando en el 80-90% de las parcelas.

Las aplicaciones fitosanitarias han vuelto a los niveles anteriores a la aparición de *Tuta absoluta* e incluso tienden a disminuir favorecidos por la presencia de mejores sustancias activas. Respecto a la plaga que nos ocupa consideramos previsible que los tratamientos puedan reducirse aún más, sobre todo no interviniendo en la fase final del cultivo cuando la previsión de recolección así lo recomiende.

La dinámica seguida por *Tuta absoluta* en nuestras condiciones suele ser la habitual cuando una especie invade una nueva zona, siendo frecuente que al cabo de unos años se incorpore estabilizada a la relación de plagas de un cultivo sin ser limitante para éste. La Gestión Integrada de Plagas es la estrategia que hace el uso más racional de todas las herramientas para contribuir a que este proceso se produzca en el menor plazo posible. Actuar de forma coordinada, implicando a todos los afectados, parece la actitud más exitosa y en nuestro caso creemos haber aprovechado una situación de crisis para establecer una base técnica más sólida.

En las tres últimas campañas, en las que hemos debido convivir con *Tuta absoluta* como plaga del cultivo, las producciones han ido aumentando hasta alcanzar valores muy altos (cuadro 6). En las parcelas con riego por goteo los valores de esta campaña de 2012 arrojan un promedio de 125.000 kg/ha. En las parcelas con riego mediante surcos, el promedio productivo es un 20% inferior, siendo por lo general el principal factor condicionante.

Cuadro 6: Producción media de tomate para transformado industrial en Andalucía (Kilogramos/hectárea)

Campaña	2005-2009	2010	2011	2012
kg / ha	76.300	84.870	87.538	89.958

La aplicación de la Directiva de Uso Sostenible no presenta especiales dificultades en este cultivo considerando la trayectoria seguida en los últimos años. Ya ha quedado dicho que el 80% de su superficie en Andalucía viene aplicando el Reglamento de Producción Integrada (Figura 1). En la campaña 2012, cuatro Agrupaciones de Producción Integrada han dado cobertura a 326 productores que han cultivado 373 parcelas (el 85% del total), las cuales han sido supervisadas por 10 técnicos acreditados, con un promedio de 153 hectáreas cada uno de ellos. El 20% de

la superficie, no acogida a Producción Integrada, también se cultiva bajo el control de la industria transformadora, con la presencia de técnicos de campo, y en todos los casos bajo las normas que las empresas compradoras del producto suelen imponer.

Otros principios de la Gestión Integrada de Plagas son igualmente aplicados en nuestro actual modelo de cultivo, tales como la selección de variedades adaptadas a nuestras condiciones; el uso racional de la fertilización y el riego; la realización sistemática de muestreos en base a los cuales, y aplicando los umbrales fijados, se toman las decisiones de tratamiento; el empleo de productos específicos; la elección de éstos teniendo en cuenta la prevención de la aparición de resistencias; la valoración de la eficacia de las medidas adoptadas, así como el registro de todas las actividades llevadas a cabo en el cultivo, para lo que suele utilizarse el programa informático TRIANA.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo de esta envergadura sólo ha podido desarrollarse por un equipo del que este autor es un miembro más y del que forman parte Juan Cabello Yuste, Maribel González Fernández, Antonio M. Sánchez Megías y Antonio Serrano Caballos, todos ellos personal de este Laboratorio.

Igualmente ha sido imprescindible la sucesiva colaboración de alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de Universidad de Sevilla, por intermediación de Carlos Avilla Hernández, los cuales han disfrutado de una beca de esta Consejería y han contribuido con su entusiasmo y su dedicación: Fernando García de la Vega Mateos, Andrés Martín Palma, Estefanía Rivera Alonso y Concepción Silva Expósito.

Queremos agradecer la inestimable colaboración de los numerosos agricultores que altruistamente han puesto a nuestra disposición (y a la de los demás agricultores) sus parcelas.

Por último, pero no menos importante, gracias a los técnicos de las distintas Cooperativas y otras Entidades que han aportado su trabajo, su tiempo y una dedicación añadida. Su enumeración sería larga pero su labor ha sido fundamental.

OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIS EN CULTIVOS ARBÓREOS EN CONSONANCIA CON LOS PRINCIPIOS DE LA DIRECTIVA 2009/128/CE

Santiago Planas de Martí

*Director Científico del Parque Científico y
Tecnológico Agroalimentario de Lleida.
splanas@pcital.es*

**Ferran Camp Feria-Carot,
Francesc Solanelles Batlle**

Generalitat de Catalunya – Centro de Mecanización Agraria

**Ricardo Sanz Cortiella,
Alexandre Escolà Agustí,
Joan Ramon Rosell Polo**

Universidad de Lleida

Abstract

Several attempts to introduce new dosing methods (such as TRV and LWA) have appeared in the last two decades in order to adjust the pesticide dose in intensive fruit orchards and vineyards. However, in the growing areas where these tree crops are conducted in a wider canopy systems (i.e. Southern Europe) these new methods have not been adopted.

In this situation, the concentration of pesticide in the sprayer tank remains as the usual method for dosing. Nevertheless, this method generally establishes higher doses and turns into significant risk for people, environment and economic waste.

After a long experimentation period, the new adjusting method DOSAFRUT has been developed in Spain. It allows users to adjust liquid volume rates very easily according to the tree's dimension, leaf density, sprayer characteristics, product being applied, pest or disease to be controlled and weather conditions. Over four successive seasons, 2009-2012, DOSAFRUT has been validated in fruit orchards.

DOSAFRUT provides doses enabling pesticide savings between 10% and 53%, but the biological efficacy is not reduced. DOSAFRUT method is worldwide available at www.dosafrut.es, being a useful tool to meet the Directive 2009/128/UE objectives.

Palabras clave: Pesticidas, ajuste de dosis, cultivos arbóreos, dosafрут.

Definiciones

Dosis. Expresa una determinada cantidad de sustancia; el término se utiliza comúnmente en farmacología y protección vegetal.

Expresión de dosis. Formato o unidades de medida en las que se expresa la dosis, al margen de los aspectos concretos del tratamiento.

Ajuste de dosis. Adaptación de la dosis a las condiciones concretas del tratamiento (cultivo, organismo a controlar, técnica de aplicación y condiciones ambientales).

DIMENSIÓN DEL PROBLEMA

Los frutales, el viñedo y los cítricos son cultivos ampliamente difundidos en el mundo. Solamente en la EU27 se les dedican más de 4,5 Mha, entre las que se incluyen 1,37 Mha de frutales intensivos (fruta y cítricos) y 3,18 Mha de viñedos, lo cual significa el 4,4% del suelo cultivado en la EU27.

En España, estos cultivos representan el 12,3% de la superficie cultivada. De hecho, la mayor parte de estas producciones se concentra en el sur de Europa. Así, Portugal, España, Francia, Italia y Grecia concentran el 69% (92%) de la superficie de frutales y cítricos y el 84% (97%) del viñedo de la EU27 (EU15) (Eurostat, 2008).

Por otra parte, según datos de la ECPA, estos cultivos consumen el 14% de los productos fitosanitarios utilizados por el sector agrícola europeo. En consecuencia, los cultivos arbóreos reciben de media una dosis tres veces superior a la de los cultivos extensivos.

Además, los frutales, los cítricos y, más ocasionalmente, el viñedo, se cultivan en regadío o en zonas húmedas, por lo que puede aumentar el riesgo de contaminación de las aguas. Igualmente, el empleo más intensivo de los productos fitosanitarios, juntamente al hecho de que buena parte de estos productos se consume en fresco, hacen imprescindible establecer medidas adicionales de prevención de riesgos para las personas, incluyendo los asociados al consumo de productos procedentes de parcelas tratadas.

En este contexto, el ajuste de la dosis en los tratamientos fitosanitarios aparece como una medida de máxima utilidad.

LA DOSIS EN LA REGLAMENTACIÓN EUROPEA SOBRE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

El tema de la dosis aparece referenciado en las disposiciones europeas de máximo rango sobre el uso de los productos fitosanitarios, en la mayoría de los casos para referirse al establecimiento de límites máximos o a la posibilidad de realizar tratamientos a dosis reducida.

En la Directiva 2009/127/CE por la que se modifica la Directiva 2006/42/CE sobre Máquinas de Aplicación de Plaguicidas¹ se hace referencia a la dosis en:

Apartado 2.5.4.1 Dosis de aplicación: "Las máquinas deben equiparse con medios para ajustar la dosis de aplicación de forma sencilla, exacta y fiable".

En la Directiva 2009/128/CE sobre Uso Sostenible de los Plaguicidas², el tema de la dosis se recoge en dos ocasiones:

Anexo II. Requisitos de salud y seguridad y de medio ambiente para la inspección de los equipos de aplicación de plaguicidas: "Los equipos de aplicación de plaguicidas deben funcionar fiablemente y utilizarse como corresponda a su finalidad, asegurando que los plaguicidas puedan dosificarse y distribuirse correctamente".

Anexo III. Principios generales de la gestión integrada de plagas: "Los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de plaguicidas y otras formas de intervención a los niveles que sean necesarios, por ejemplo, mediante la reducción de las dosis, la reducción de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionadas, teniendo en cuenta que el nivel de riesgo que representan para la vegetación debe ser aceptable y que no incrementan el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos".

En el Reglamento (CE) 1107/2009 relativo a la Comercialización de Productos Fitosanitarios³, se hace referencia a la dosis en los apartados siguientes:

Definiciones: "Buenas prácticas fitosanitarias: las prácticas en las que los tratamientos con productos fitosanitarios aplicados a determinados vegetales o productos vegetales, con arreglo a las condiciones de sus usos autorizados, se seleccionan, se dosifican y se programan en el tiempo para garantizar una eficacia aceptable con la cantidad mínima

1. DOCE 24.11.2009.

2. DOCE 25.11.2009.

3. DOCE 24.11.2009.

necesaria, teniendo debidamente en cuenta las condiciones locales y las posibilidades de control cultural y biológico”

Artículo 31. Contenido de las autorizaciones: “En la autorización de productos se fijaran los requisitos de utilización, entre otros los referentes a: a) la dosis máxima por hectárea en cada aplicación; b) el período entre la última aplicación y la cosecha; c) el número máximo de aplicaciones por año”.

En el Reglamento (UE) 545/2011 sobre Datos Aplicables a los Productos Fitosanitarios⁴, la referencia a la dosis aparece en:

Artículo 6.2 Ensayos sobre la eficacia. Condiciones de ensayo: para poner de manifiesto la respuesta a la dosis, se incluirán en algunos ensayos a dosificaciones más bajas que la recomendada, a fin de que pueda evaluarse si la dosis recomendada es la mínima necesaria para obtener los efectos deseados.

Finalmente, en el Reglamento 547/2011 sobre Etiquetado de los Productos Fitosanitarios⁵, la referencia se encuentra en:

Anexo I. Requisitos relativos al etiquetado: “Información que deberá figurar de manera clara e indeleble en los envases de productos fitosanitariosm) Las instrucciones y condiciones de uso y la dosificación, con inclusión, cuando proceda de la dosis máxima por hectárea y por aplicación y del número máximo de aplicaciones anuales, la dosificación, expresada en unidades métricas para cada uso contemplado en las condiciones de utilización”.

LA PARADOJA DE LA DOSIS

En la actualidad, coexisten varios sistemas de recomendación de dosis. De hecho, siguiendo las indicaciones de las etiquetas de un determinado producto, para el control de una determinada plaga o enfermedad, podemos obtener recomendaciones de dosis muy diferentes, dependiendo del país de procedencia del envase (Figura 1). En ocasiones se puede comprobar que las diferencias pueden ser del orden de hasta 3 veces

Sin duda, la ausencia de un sistema armonizado de recomendación de dosis continúa siendo uno de los mayores retos a afrontar. Esta necesidad ha sido planteada de forma reiterada por diferentes autores, entre otros por la misma EPPO (2005), Frießleben et al. (2007) y Planas et al. (2011a).

4. DOCE 11.06.2011.

5. DOCE 11.06.2011.

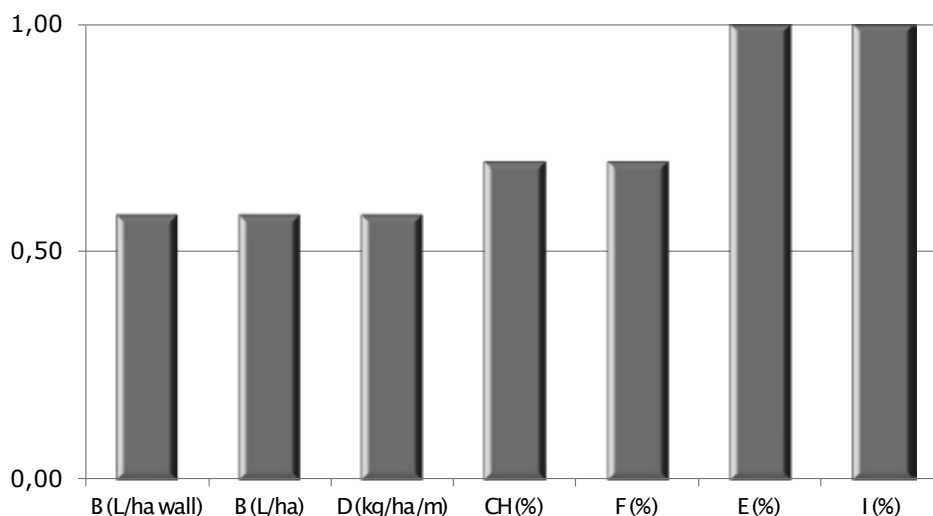


Figura 1: Dosis recomendada (MA), valores relativos, en diferentes países europeos para el control de áfidos en una plantación frutal con árboles de 3,0 m de altura y 4,0 m de anchura de calles (valores calculados a partir de la información de la etiqueta del mismo insecticida comercializado en los países referenciados)

APROXIMACIONES SUCESIVAS

Para optimizar la deposición de producto sobre el objetivo, el método de aplicación debe tener en consideración diferentes factores como el tipo de organismo a controlar, el cultivo, el modo de acción del producto fitosanitario y a las condiciones ambientales previstas durante la aplicación (Hislop, 1987).

Entre los factores mencionados, sin duda, el equipo de tratamientos es el que ejerce una mayor influencia. Así, los pulverizadores convencionales apenas consiguen depositar sobre el objetivo el 50% del producto aplicado con una elevada variabilidad de las deposiciones ($CV > 35\%$). Mientras que los pulverizadores dotados de un sistema deflector recuperan más del 80% del producto sobre el objetivo con una variabilidad inferior ($CV < 20\%$) (Proyecto Air Assisted Sprayers, 1997).

Estos condicionantes, juntamente con la ausencia de un método armonizado para ajustar la dosis, hacen que el agricultor tienda a sobre dosificar. Si la dosis se expresa como concentración de producto en el caldo (%) y no se establece un criterio de ajuste del volumen a las condiciones del tratamiento, se tiende a aplicar volúmenes de caldo superiores a los necesarios. La intención no es otra que asegurar el control eficaz de las plagas y enfermedades. Sin embargo, las pérdidas y el riesgo de

contaminación se ven incrementados, sin que, finalmente, se garantice la eficacia del tratamiento.

Hoy se requiere una visión precisa de los tratamientos: la aplicación debe conseguir deposiciones similares con independencia de el tamaño y la densidad de la plantación (Koch, 2007). Desde la visión de la sostenibilidad, no solamente es importante la eficacia biocida de los tratamientos. También las pérdidas de producto deben reducirse al mínimo para evitar costes y riesgos añadidos.

Con esta intención, nuevos métodos de dosificación han sido propuestos a lo largo de las dos últimas décadas, todos ellos basados en parámetros dimensionales de la plantación a tratar (Tabla 1).

Tabla 1: Métodos de expresión de dosis, parámetros considerados y país de aplicación

Método	ancho calles	altura copa	ancho copa	densidad foliar (frondosidad)	país
Concentración (%)	-	-	-	-	España, Francia, Grecia, Holanda, Italia, Portugal, Suiza
Superficie de la parcela	x	-	-	-	Bélgica, Francia
Longitud de la fila	x	-	-	-	Holanda, Noruega
PACE	x	x	-	x	Reino Unido
Altura de la copa		x	-	-	Alemania
<i>Tree Row Volume</i>	x	x	x	-	Estados Unidos, Nueva Zelanda, Suiza
<i>Leaf Wall Area</i>	x	x	-	-	Alemania, Bélgica

El método más reciente, *Leaf Wall Area (LWA)*, ha sido propuesto por la industria química en un intento de disponer de un sistema armonizado (Anón., 2009). Dicho método ha sido contrastado últimamente por Walklate et al. (2012) en plantaciones de porte estrecho, del tipo predominante en el centro y norte de Europa.

Sin embargo, los métodos surgidos como alternativa al método tradicional (concentración) tienen dificultades a nivel práctico en las plantaciones de copa ancha, habituales en países del sur de Europa (Figura 2). En este tipo de plantaciones los métodos de superficie de la parcela, longitud de la fila, PACE, altura de la copa y LWA son una simplificación excesiva.

La densidad foliar es un factor crítico a considerar obligatoriamente en la recomendación de dosis para este tipo de plantaciones. Algo que el agricultor y los especialistas en protección de cultivos practican de forma intuitiva al adaptar el volumen de caldo aplicado al desarrollo vegetativo y a la estructura de la copa. Posiblemente sea esta también la razón por la cual, tal como se observa en la Figura 1, la dosis recomendada tienda a ser superior en países del sur europeo.

Un primer intento de sistematización general para la selección del volumen de caldo lo constituye el método del *Tree Row Volume (TRV)*. Si bien no considera directamente la densidad foliar, el método utiliza un índice de dosificación, equivalente al volumen de caldo a aplicar por unidad de volumen de vegetación (L/m^3). Sin embargo, este índice no refleja ni la densidad foliar, ni la eficiencia del tratamiento, considerando por igual plantaciones de distinta frondosidad (primavera/verano) o estructuras con diferente grado de dificultad de penetración de las gotas. Por ello, en Europa, la utilización práctica de este método está limitada a situaciones específicas, como es el caso de algunos viñedos en Suiza (Viret et al. 2008).

Todo ello explica que la dosificación basada en la concentración siga siendo el método más generalizado en el tratamiento de cultivos arbóreos, por lo menos en los países del sur de Europa, donde, como se ha dicho, se localiza la mayor parte de la superficie dedicada a estos cultivos.



Figura 2. Plantación de melocotonero de alta densidad, formada en vaso. Lejos de ser un muro frutal, no admite aplicar los métodos dosificación como longitud de la fila, altura de la copa o *Leaf Wall Area*, que consideran la anchura (profundidad) de la copa de los árboles y la densidad foliar.

EL SISTEMA DOSAFRUT

El sistema de ajuste de dosis DOSAFRUT establece la dosis de acuerdo con el conjunto de parámetros mencionados en la Tabla 1, incluida la densidad foliar (frondosidad). Los fundamentos del sistema y los resultados de los sucesivos ensayos de contrastación han sido difundidos en diferentes ocasiones (Planas et al., 2011b; Planas et al., 2011c), entre las más recientes.

El sistema DOSAFRUT está disponible en línea a través del portal www.dosafrut.es, donde también se proporciona información adicional sobre sus fundamentos técnicos (Figura 3).



Figura 3: Página inicial del portal en línea www.dosafrut.es

Las aportaciones más relevantes del sistema DOSAFRUT son las siguientes:

1. Fija un valor base para la deposición necesaria para el control de plagas y enfermedades.

2. Utiliza el índice de área foliar (LAI) como parámetro de referencia en el cálculo de la dosis.
3. Ajusta la dosis a aplicar teniendo en cuenta factores de la eficiencia de la aplicación.

DEPOSICIÓN BASE

Para garantizar la robustez necesaria, DOSAFRUT asume que un tratamiento eficaz contra plagas y enfermedades necesita 100 gotas/cm² depositadas en el conjunto de la superficie foliar (las ramas y el tronco suponen menos del 3% de la superficie).

También asume que las gotas de pequeña dimensión no son efectivas. Por ello adopta como tamaño representativo para el conjunto de la pulverización, el de una gota de 225 µm de diámetro. Este valor es suficientemente robusto (en prevención de deriva en cultivos arbóreos se evitan gotas inferiores a 200 µm) y sensiblemente superior al diámetro volumétrico mediano (DV₅₀) de las boquillas de cono hueco, las más usuales en pulverización de plantaciones.

La densidad de impactos y del tamaño de las gotas indicadas equivalen a una deposición base de 0,006 L/m² (valor redondeado).

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (LAI)

Después de un intenso trabajo utilizando sensores LIDAR (*Light Detection and Ranging*) (Walklate et al. 2002, Rosell et al., 2009a, Rosell et al 2009b), se ha desarrollado un método simple, práctico y fiable para calcular el índice de área foliar (LAI) de plantaciones, a partir de la altura, la anchura (profundidad) de la copa de los árboles y la densidad foliar (frondosidad). Este último parámetro es fácilmente cuantificable a partir

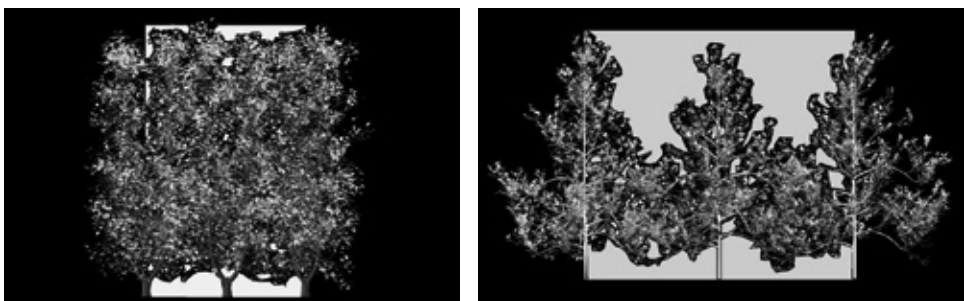


Figura 4: Diagramas para la estimación de la frondosidad, expresada como proporción de agujeros de la pared de vegetación. Se ejemplifican los casos del 39% (izquierda) y del 9% (derecha).

de la proporción de agujeros en la visión lateral de las fila de los árboles. Para determinar dicha proporción, se ha generado un sistema de diagramas de muy fácil manejo, disponible en línea e imprimible (Figura 4).

Para el caso de las especies estudiadas hasta el momento, la combinación de los parámetros mencionados (altura, anchura y frondosidad) provee un valor del LAI que correlaciona muy bien con el valor real, medido este último mediante deshojado de los árboles (Figura 5).

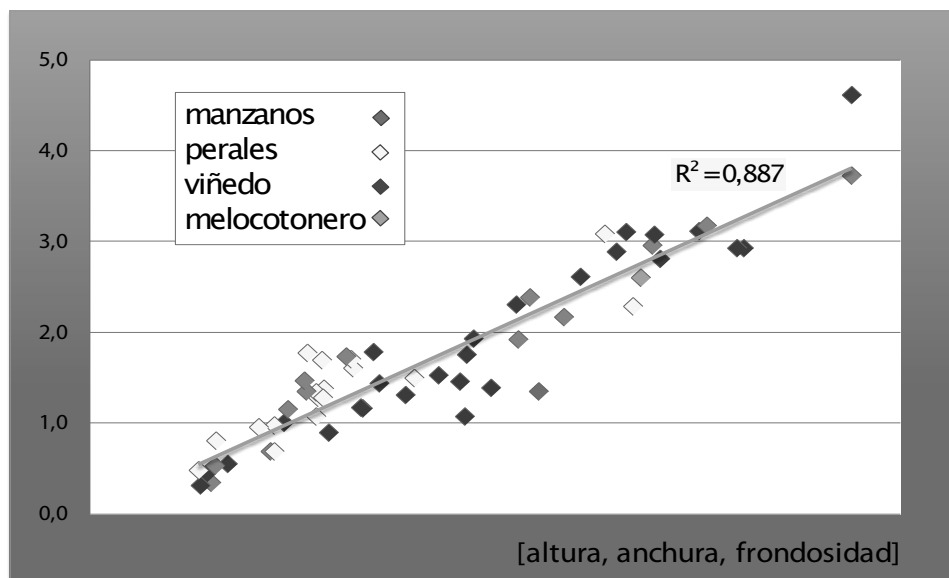


Figura 5: Correlación entre los parámetros estructurales de la plantación y el valor real del índice de área foliar (LAI).

FACTORES DE EFICIENCIA

La eficiencia de la aplicación equivale a la proporción de producto, respecto al total aplicado, depositada correctamente sobre el objetivo. La fracción de producto que no alcanza el objetivo (fracción de pérdidas) incluye la deposición en el suelo y la deriva.

Las pérdidas dependen de cuatro factores relevantes: a) la estructura de la plantación; b) las prestaciones del pulverizador; c) los parámetros operativos; d) las condiciones meteorológicas existentes durante la aplicación.

Después de numerosos ensayos de campo, se ha ponderado la contribución de los distintos factores. En la Tabla 2 se muestra la proporción atribuible a cada uno de los citados factores. También se incluye la contribución de dos circunstancias que pueden modificar la dosis. Por un lado, la necesidad de aumentar el volumen de caldo para el control de algunas plagas que ofrecen especial dificultad (psila del peral, araña roja, cochinillas). En sentido opuesto, el empleo de adyuvantes (antievaporantes, mojantes) permite reducir el volumen de caldo hasta un 5%.

De acuerdo con los valores de la Tabla 2, la eficiencia global oscila normalmente entre el 20% y el 70%.

Tabla 2: Contribución de los distintos factores que afectan la eficiencia de la aplicación, necesidades de caldo adicional para el control de determinadas plagas y reducción por uso de adyuvantes.

Factor	Parámetros / opciones a considerar	Rango
estructura del cultivo	anchura (profundidad) de la copa, altura de la copa	0% ÷ 20%
Prestaciones del pulverizador	tipo de ventilador, presencia de elementos deflectores	0% ÷ 35%
Prestaciones de las boquillas	tipo de boquilla (disco, turbulencia, baja deriva)	0% ÷ 30%
Parámetros operativos	velocidad de desplazamiento, caudal de aire del ventilador	0% ÷ 20%
Condiciones atmosféricas	temperatura, humedad, viento	0% ÷ 30%
Plagas especiales	si afirmativo, volumen adicional	0% ÷ 15%
Adición de adyuvantes.	si afirmativo, reducción de volumen	5%

CÁLCULO DEL VOLUMEN UNITARIO DE APLICACIÓN

El volumen de caldo necesario para conseguir la deposición adecuada y suplir las pérdidas referidas en el apartado anterior se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V = 2 \times D \times LAI / E$$

siendo V el volumen unitario a aplicar (L/ha), D el valor base de la deposición (0,006 L/m²), LAI el índice de área foliar estimado y E la eficiencia global.

En el portal www.dosafrut.es se dispone de una herramienta sencilla y amigable para facilitar el cálculo.

VALIDACIÓN DE DOSAFRUT

A lo largo de cuatro campañas sucesivas, 2009-2012, DOSAFRUT ha sido validado en plantaciones comerciales. En total se han realizado 27 tratamientos (12 en plantaciones de peral para el control de psila (*Psylla piri*), 3 en manzano para el control de araña roja (*Tetranychus urticae*) y 12 en melocotonero para el control de trips (*Frankiniella occidentalis*).

En cada tratamiento, a una parte de la parcela le fue aplicado un volumen de caldo convencional (a criterio del agricultor) y a la otra un volumen ajustado según DOSAFRUT. La concentración de producto en el depósito del pulverizador fue la misma en ambos casos. Para evaluar los tratamientos, se determinó la deposición de producto fitosanitario en las hojas mediante y se monitorizó la plaga, antes y después de cada aplicación o en el curso de la campaña, caso de la última serie de ensayos de control de trips.

Los tratamientos realizados bajo el sistema DOSAFRUT han supuesto un ahorro de caldo entre el 10% y el 53%. Como era de esperar, en la mayoría de las aplicaciones, la deposición de producto en hojas (posiblemente también en frutos) disminuye en las zonas tratadas con el criterio DOSAFRUT. Sin embargo, en ningún caso DOSAFRUT ha comportado disminución alguna en la eficacia biocida (Tabla 3).

Tabla 3: DOSAFRUT vs. Dosis convencional-Resultado de los ensayos de validación (2009-2012)

año	ensayo	localidad	plaga	variedad	reducción de volumen	MA (deposición en hojas, diferencia relativa)	conv CV	DOSA CV	eficacia
2009	1	Alcarràs	<i>Psylla piri</i>	Conference	20%	Imidaclopril (-26%)	45%	55%	Sin diferencias significativas entre DOSAFRUT y el tratamiento convencional (Tukey test, a=0,01)
	2	Alcarràs	<i>Psylla piri</i>	Bianquilla	29%	-			
	3	Bellví		Guyot	37%	Abamectine (ns)	75%	74%	
	4	Bellví		Bianquilla	47%	Abamectine (-46%)	56%	38%	
	5	Alcarràs		Williams	10%	-			
2010	6	Bellví	<i>Tetranychus urticae</i>	Golden	33%	Propargite (-36%)	58%	52%	
	7	Lleida			53%	sd			
	8	Lleida			38%	Milbemectine (ns)	54%	57%	
	9.1	Alcarràs	<i>Frankiniella occidentalis</i> (fruit damage at harvest time)	Big top	29%	sd			
	9.2				22%	sd			
	9.3				21%	sd			
	9.4				14%	Spinosad (-0,3%)	37%	26%	
	10.1	Alcarràs	<i>Frankiniella occidentalis</i> (id.)	Big top	26%	sd			
2011	10.2				40%	sd			
	10.3				25%	sd			
	10.4				27%	sd			
	10.5				27%	Spinosad (-40%)	62%	78%	
	11.1	Alcarràs	<i>Frankiniella occidentalis</i> (id.)	Nectaperla	36%	sd			
2012	11.2				36%	sd			
	11.3				24%	Spinosad (-6%)	52%	58%	
	12.1	Alcarràs	<i>Psylla piri</i>	Williams	40%	Mineral oil + Abamectine + Fenoxycarb + Lambda cihalotrin	nivel de residuos no detectable en cosecha		
	12.2				20%	Metilclorpirfos			
	12.3				23%	Abamectine + adyuvante			
	12.4				13%	Abamectine + adyuvante			
	12.5				10%	Abamectine + adyuvante			
	12.6				10%	Abamectine + adyuvante			
	12.7				10%	Abamectine + adyuvante			

CONCLUSIÓN

El método DOSAFRUT permite reducir sustancialmente la dosis aplicada, manteniendo el nivel de eficacia con respecto a los tratamientos convencionales.

DOSAFRUT optimiza el volumen de caldo pulverizado en cada tratamiento al reducir las pérdidas y, consecuentemente, los riesgos personales, ambientales y, posiblemente, los residuos químicos sobre los frutos.

DOSAFRUT puede constituir la base para el desarrollo del necesario sistema armonizado de ajuste de dosis en el tratamiento de cultivos arbóreos.

Al estar disponible en línea, DOSAFRUT puede ser utilizado como instrumento del Plan de Acción Nacional en el marco de la Directiva 2009/128/CE sobre Uso Sostenible de los Productos Fitosanitarios, para la consecución de su objetivo de reducción de las cantidades de productos fitosanitarios consumidos en la agricultura europea.

REFERENCIAS

- Air Assisted Sprayers Project (1997) EU-4FP AIR CT-1304. Final report.
- Anon. (2009) Dose Rate Expression in Tree Fruits. The Need for a Harmonized Approach from an Industry perspective. An Industry Proposal. Tree Fruits Dose Adjustment. Discussion Group Meeting – Wageningen (no publicado).
- EPPO (2005) Efficacy evaluation of plant protection products. Dose expression for plant protection products. EPPO Bulletin 35, 563-566.
- Frießleben R, Roßlenbroich HJ, Elbert A (2007). Dose expression in plant protection product field testing in high crops: need for harmonization Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 60/2007, 1.
- Hislop, E.C. (1987) Can we define and achieve optimum pesticide deposits? Aspects of Applied Biology 14, 153-172.
- Koch H. (2007) How to achieve conformity with the dose expression and sprayer function in high crops. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 60(1) 71-84.
- Planas S, Escolà A, Sanz R, Rosell JR, Camp F, Solanelles F (2011a). La paradoja de la dosis en los tratamientos fitosanitarios de cultivos arbóreos. Phytoma España 234:48-52.

Planas S, Camp F, Solanelles F, Sanz R, Escolà A, Rosell JR (2011b). DO-SAFRUT, sistema de ajuste de dosis en tratamientos de plantaciones frutales. PHYTOMA España 230:58-61.

Planas S, Camp F, Solanelles F, Sanz R, Escolà A, Rosell JR (2011c). Bases tecnológicas del sistema de ajuste de dosis DOSAFRUT. PHYTOMA España 232: 63-68.

Rosell JR, Sanz R, Llorens J, Arno J, Escola A, Ribes-Dasi M, Masip J, Camp F, Gracia F, Solanelles F, Palleja T, Val L, Planas S, Gil E, Palacin J (2009a). A tractor-mounted scanning lidar for the non-destructive measurement of vegetative volume and surface area of tree-row plantations. Biosystems Engineering 102(2) 128-134.

Rosell, JR, Llorens, J, Sanz, R, Arnó, J, Ribes-Dasi, M, Masip, J, Escolà, A, Camp, F, Solanelles, F, Gràcia, F, Gil, E, Val, L, Planas, S, Palacín, J, (2009b). Obtaining the three-dimensional structure of tree orchards from remote 2D terrestrial LIDAR scanning. Agricultural and Forest Meteorology 149, 1505-1515.

Viret O, Höhn H (2008) Application de la dose selon la méthode du TRV. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. (1) 52-53.

Walklate PJ, Cross JV, Richardson GM, Murray RA, Baker DE (2002). Comparison of different spray volume deposition models using LIDAR measurements of apple orchards. Biosystems Engineering, 82(3), 253-267.

Walklate PJ & Cross JV (2012) An examination of Leaf-Wall-Area dose expression. Crop Protection 35, 132-134.

WEBSITES

www.ecpa.eu/page/industry-statistics

epp.eurostat.ec.europa.eu

www.dosafrut.es

AGRADECIMIENTOS

Este documento recoge los resultados parciales de tres proyectos de investigación consecutivos:

- PULVEXACT. Ajuste de la dosis de producto fitosanitario en tratamientos de cultivos arbóreos (frutales, viñedos y cítricos). Contrato

AGL2002-04260 financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y fondos EU-FEDER.

- OPTIDOSA. Reducción del uso de productos fitosanitarios en cultivos arbóreos. Optimización de la dosis de aplicación en tratamientos mecanizados. Contrato AGL2007-66093 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y fondos EU-FEDER.
- SAFESPRAY. Estrategias integrales para una utilización de fitosanitarios segura y eficaz. Pulverización de precisión y monitorización de la deriva. Contrato AGL2010-22304, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y fondos EU-FEDER.

En la validación del sistema DOSAFRUT han contribuido:

- SYNGENTA AGRO SA. Contrato UdL- C11034
- FRUITS DE PONENT SCCL.
- NUFRI SA
- SANUI FRUITS SAT

DOSAFRUT está disponible en línea www.dosafrut.es gracias al Parque Científico y Tecnológico Agroalimentario de Lleida y a la financiación del programa AVANZA del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

GESTIÓN INTEGRADA DE LAS PLAGAS DE LA VID

Vicente S. Marco Mancebón

Ignacio Pérez Moreno

*Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino -ICVV-
(CSIC, Gobierno de La Rioja y Universidad de La Rioja)*

1. CONTEXTO GENERAL: DESARROLLO SOSTENIBLE; AGRICULTURA SOSTENIBLE; MANEJO DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALAS HIERBAS

El concepto de Sostenibilidad se ha establecido con gran fuerza en los últimos años, significando todo un reto teórico-práctico para la humanidad en su conjunto y, especialmente, para los sectores con más capacidad de ejecución. Estrictamente, significa sostener, sustentar, mantener durante un periodo prolongado de tiempo.

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo acuñó el término Desarrollo Sostenible dentro de su informe anual de 1987, conocido como informe Bruntland y titulado "Nuestro Futuro Común" y tomó un fuerte impulso con la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente celebrada en Río de Janeiro en 1992. Consiste en proponer la tesis de que es posible satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer las de las generaciones futuras.

El motivo por el que cobra tanta fuerza se debe a que el ser humano ha tomado conciencia de las dos realidades siguientes: se ha llegado a situaciones de enormes e insostenibles diferencias sociales y se admite que el propio ser humano es un serio riesgo para el deterioro ambiental del Planeta en que vive.

Dentro del contexto del Desarrollo Sostenible, un participante de primer orden es la agricultura. De esta manera, se puede definir la Agricultura Sostenible como el modo de llevar a cabo esta actividad de forma que contribuya a conseguir la tesis planteada por el Desarrollo Sostenible.

Esta Agricultura Sostenible (en la que se consigue un equilibrio entre la rentabilidad económica, el respeto por el medio ambiente y la consideración de los lógicos requerimientos sociales) puede ser puesta en práctica en base a la aplicación de estrategias como las siguientes:

- Ordenación Territorial.
- Estrategias que minimizan la erosión.
- Estrategias que minimizan la desertificación.
- Estrategias que conservan y mejoran las propiedades biológicas del suelo.
- Estrategias que mejoran la eficiencia en la utilización del agua dulce.
- Fertilización que reduce al mínimo la contaminación de suelos y aguas.
- Manejo de la salinidad.
- Mejora Genética.
- Estrategias orientadas a mejorar la preparación de los Recursos Humanos.
- Sistemas de Manejo de Enfermedades, Manejo de Malas hierbas y Manejo Integrado de Plagas (IPM).

El IPM puede ser considerado como el instrumento para poner en práctica lo que el Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, define como gestión integrada de plagas. Efectivamente, el objetivo final de dicha gestión no es otro que el de conseguir el desarrollo de cultivos sanos con la mínima alteración posible de los agroecosistemas y en la promoción de los mecanismos naturales de control de plagas. Este objetivo se puede llevar a la práctica con la implementación del IPM, con la que se consigue llevar a cabo la protección frente a las plagas reduciendo el uso de productos fitosanitarios, dando prioridad a la acción limitante del propio medio ambiente y empleando técnicas compatibles que cumplan a la vez las exigencias ecológicas, toxicológicas y económicas (Dent, 1993).

El IPM se puede poner en práctica en la plenitud de todo su significado, cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- Identificación correcta de la especie cuya población puede llegar a comportarse como plaga.
- Establecimiento del Umbral Económico para el caso concreto en que se está actuando.
- Determinación, mediante un adecuado proceso de monitorización y seguimiento, del momento en que se alcanza el Umbral Económico.
- Aplicación de modo integrado y en un contexto agroecológico, de los diferentes métodos de control disponibles en cada caso. Se

considera la aplicación de medidas preventivas y de tácticas de control directo para conseguir que el nivel de la población plaga vuelva a estar por debajo del tolerable.

Es una realidad que todavía, a día de hoy, existen numerosos problemas que dificultan la puesta en práctica del IPM. Algunos de ellos derivan de una falta de conocimientos que, por tanto, deben ser generados (desconocimiento del Umbral Económico en muchas situaciones concretas, deficiente proceso de monitorización y seguimiento, escasez de tácticas que actúen contra la plaga de modo compatible con la propia filosofía del IPM, etc.), mientras que otros son consecuencia de las circunstancias más variadas (la confusión misma sobre el concepto de IPM cuando se pretende generalizar su uso, la falta de asesoramiento técnico para su implementación, el poco esfuerzo dedicado a la correcta monitorización y seguimiento de las plagas y el hecho de que muchas actuaciones basadas en el uso de plaguicidas son económicamente asequibles y siguen siendo eficaces, entre otras).

Siendo conscientes de estas limitaciones, se analiza a continuación la situación de la implementación del IPM en los agroecosistemas vitícolas, recordando que se considera dicha estrategia como el instrumento de implementación práctica de la gestión integrada de plagas.

2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA VID

La vid es el cultivo leñoso más ampliamente extendido en el mundo. Se puede desarrollar en regiones desde templadas hasta tropicales, aunque la gran mayoría de los viñedos se cultivan en zonas de clima templado. Si bien es en Europa donde aparece la mayor concentración de superficie a ella dedicada, la vid se cultiva de forma importante en otros lugares, incluidos países del Hemisferio Sur, como Australia, Chile o Sudáfrica.

España cuenta con la mayor superficie de viñedo del mundo (1,1 millones de ha), con gran importancia económica (10% de la producción agraria), social (con unos 400.000 productores, lo que constituye una herramienta de fijación de población rural) y ambiental-paisajística (presente en todas las comunidades autónomas, cultivo mayoritariamente de zonas semiáridas, con importante papel en la contención de la erosión y dando personalidad al paisaje en muchas zonas).

El fruto de la vid es destinado a usos muy diversos, destacando la elaboración de vino (es destacable que la producción anual de vino en España es de unos 47 millones de hl, ocupando el tercer lugar entre los países productores y el segundo en cuanto a exportación) y el consumo en fresco como uva de mesa. Es también reseñable que el sector vitivinícola es uno de los de mayor impacto económico dentro del ámbito agroalimentario.

El cultivo de la vid no está exento de la acción de plagas y enfermedades, ni de la competencia por parte de las malezas. Tanto unas como otras requieren ser manejadas, de modo que no supongan un limitante para la producción vitícola. Además, no hay que olvidar que este manejo no se puede llevar a cabo como una acción aislada. La vid es un componente más de un agroecosistema en el que necesariamente están presentes diferentes componentes bióticos y abióticos y la propia intervención del ser humano. En este contexto, es muy relevante indicar que la necesidad actual de obtener uva que permita elaborar vinos de calidad, tiene importantes repercusiones en las estrategias de protección.

3. EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA VID

Es una realidad que aún a día de hoy, la herramienta química sigue siendo, además de imprescindible, la más utilizada en la lucha contra las plagas de la vid. Esto es así, entre otros motivos, por la existencia de los problemas señalados anteriormente que dificultan la puesta en práctica del IPM en general y que son también aplicables al cultivo de la vid en particular.

Siendo conscientes de estas limitaciones, también es cierto que la vid es uno de los cultivos en el que se están incorporando más acciones y se han generado más conocimientos relacionados con los requisitos que fundamentan la práctica del IPM. Además, conviene señalar también que, aunque todavía en proporción minoritaria, cada vez es mayor la superficie de viñedo cultivada de acuerdo al sistema de Producción Agrícola Ecológica. En gran medida, esto es debido a que es posible combatir algunas de las plagas y enfermedades más importantes del viñedo mediante instrumentos de lucha no químicos y con productos fitosanitarios autorizados por las normas que legislan este tipo de producción. En este punto, merece la pena señalar que la progresiva evolución de la protección del viñedo hacia métodos económicamente viables, ecológicamente más respetuosos y toxicológicamente menos agresivos, se debe en buena medida a los diferentes grupos de investigación que generan el conocimiento básico necesario, así como a organizaciones y grupos de trabajo que hacen que esos conocimientos puedan llegar a ser aplicados. Es destacable la labor de la Organización Internacional de Lucha Biológica e Integrada contra los Animales y las Plantas Nocivas (OILB), y más concretamente de sus grupos de trabajo "Protección Integrada en Viticultura" y "Productos Fitosanitarios y Organismos Beneficiosos" y, a nivel español, del "Grupo de Trabajo de los Problemas Fitosanitarios de la Vid".

A continuación, se analiza la situación de los requisitos señalados más arriba como necesarios para la implementación del IPM, para el caso concreto de las plagas de la vid.

3.1. Establecimiento del Umbral Económico en plagas de la vid

El establecimiento del Umbrales Económicos para su uso como elemento de referencia en la toma de decisiones, está recogido como uno de los principios generales de la gestión integrada de plagas por el Real Decreto 1311/2012. Efectivamente, en el punto 3 de su ANEXO I, se especifica que "Sobre la base de los resultados de la vigilancia, los usuarios profesionales deberán decidir si aplican medidas fitosanitarias y en qué momento. Un elemento esencial para tomar una decisión es disponer de valores umbrales seguros y científicamente sólidos. Cuando sea posible, antes de efectuar los tratamientos deberán tenerse en cuenta los niveles umbral de los organismos nocivos establecidos para la región, las zonas específicas, los cultivos y las condiciones climáticas particulares".

Por otro lado, se define Umbral Económico como aquella densidad de la plaga a la cual es necesario aplicar las medidas de control para evitar que la población aumente hasta el Umbral Económico de Daños que es, a su vez, la densidad del fitófago que justifica la aplicación de medidas de control por causar pérdidas económicas iguales al coste de tales medidas. En términos generales, el Umbral Económico suele corresponder a un número de individuos elevado. Sin embargo, ese número se reduce de modo importante en casos concretos como el de las especies que afectan a la parte comercializable del cultivo y, sobre todo, a las que actúan como vectores de importantes fitopatógenos, caso por ejemplo, de *Scaphoideus titanus* (Homoptera: Cicadellidae), vector de la flavescencia dorada de la vid.

En lo que se refiere a la determinación del Umbral Económico de las plagas de la vid, es mucho lo que se ha avanzado. Su determinación depende de múltiples factores y, por ello, han de ser estimados en cada situación concreta. No obstante, siempre con carácter orientativo, diversos autores han indicado algunos valores, sobre todo referidos a las plagas más importantes (Varios Autores, 2004). Se reseñan a continuación algunos ejemplos correspondientes a dos de ellas:

- Para el caso de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) el Umbral Económico dependiente de muchos factores, entre los que destacan los siguientes:
 - Destino de la uva (mesa, vinificación).
 - Número de generación.

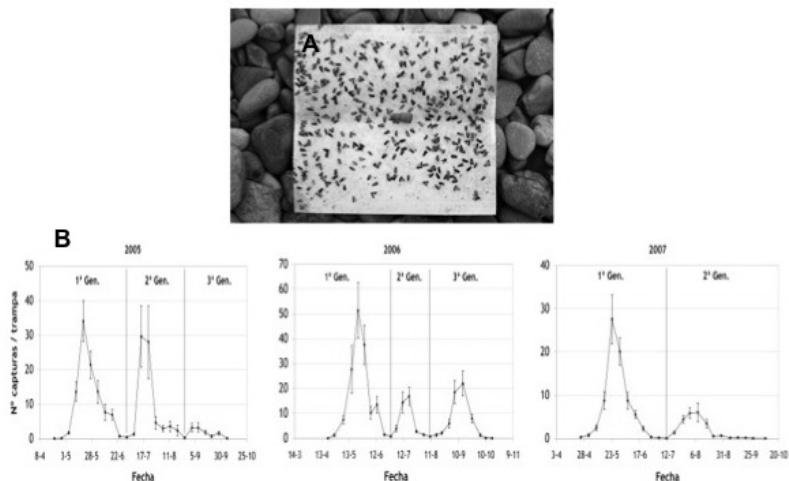


Figura 1: Capturas de adultos de *Lobesia botrana* en la base engomada de una trampa delta con feromona sexual como atrayente (A) y ejemplo de curvas de vuelo obtenidas con este tipo de trampas (B).

- Riesgo de aparición y desarrollo de podredumbres.
- Productivos.
- Económicos (valor de la producción y coste de actuación).
- Valoración del impacto ecológico y social de la actuación.

No obstante, se han establecido las siguientes pautas generales:

- De 20 a 100 huevos + larvas + penetraciones por 100 racimos.
- Del 1 al 35% de racimos atacados.
- En zonas de presencia sistemática y abundante de la plaga la referencia es el pico de capturas de adultos independientemente de la densidad (figura 1).
- Respecto a la araña amarilla de la vid, *Eotetranychus carpini* (Acari: Tetranychidae), se suele tomar como Umbral Económico el siguiente: 60-70% de hojas ocupadas, entre los estados fenológicos E y G o en los picos de segunda generación y posteriores de *L. botrana*.

Sin embargo, para plagas como el tornillo de la vid, *Xylotrechus arvicola* (Coleoptera: Cerambycidae) (figura 2), a penas se encuentran datos en la bibliografía, dado el carácter reciente del incremento de su importancia como plaga en algunas regiones vitícolas españolas. Es por ello muy importante recalcar la necesidad de investigar para generar

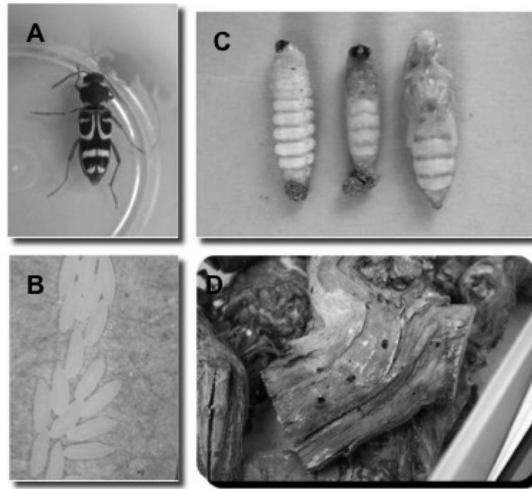


Figura 2. Adulto (A) , huevos (B), larva, larvipupa y pupa (C) y daños del tornillo de la vid, *Xylotrechus arvicola*.

conocimientos que permiten establecer valores utilizables para el correcto manejo de la plaga.

3.2. Monitorización y seguimiento de las plagas de la vid

Teniendo en cuenta, tal como se ha señalado más arriba, que el IPM puede ser considerado como el instrumento de ejecución práctica de la gestión integrada de plagas, es lógico observar cómo otro de los principios generales de ésta, establecidos en el ANEXO I del Real Decreto 1311/2012 sea el siguiente: "2. Los organismos nocivos deben ser objeto de seguimiento mediante métodos e instrumentos adecuados, cuando se disponga de ellos. Estos instrumentos adecuados deben incluir, cuando sea posible, la realización de observaciones sobre el terreno y sistemas de alerta, previsión y diagnóstico precoz, apoyados sobre bases científicas sólidas, así como las recomendaciones de asesores profesionalmente cualificados."

Por otro lado, es importante señalar que para interpretar lo que significa monitorización y seguimiento, una propuesta interesante es la realizada por Wieseman (2007): establecer un programa de inspecciones regulares del agroecosistema, con el fin de recoger cuanta información se estime necesaria para la toma de decisiones en el IPM. Dicha información debe incluir características del entorno (bióticas y abióticas) que puedan influir negativa o positivamente en la vitalidad del cultivo y/o en la actividad de la plaga. También debe recoger datos del cultivo, principalmente relativos a su estado general y a su fenología. Tanto la

información del entorno como de la planta, permiten ajustar el valor del Umbral Económico en el momento de la inspección. Además, es necesario recoger información de la plaga, relativa a los aspectos siguientes: identificación de la especie, densidad de población y distribución de los individuos que integran la misma, por estados y estadios de desarrollo.

En cuanto se refiere a monitoreo y seguimiento, es mucho lo que se está avanzando en el caso de las plagas de la vid; este avance tiene lugar en dos sentidos. De una parte, se han puesto a punto diversas técnicas de muestreo que van desde los conteos visuales siguiendo una metodología planificada (fase de desarrollo de la plaga, síntomas a visualizar, órganos de la vid a examinar, número, época, etc.) hasta aquéllas que se basan en capturas mediante trampas sexuales, alimenticias o cromáticas (ver la situación para cada plaga concreta en Varios Autores, 2004). Sirva como ejemplo de caso interesante y que simplifica mucho el proceso, el método de conteo secuencial que se utiliza en la toma de decisiones para el control de *E. carpini*. Fue descrito por Baillod y Schlaepfer (1982) para el manejo de *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) y en la actualidad se utiliza también para la araña amarilla de la vid con mayor incidencia actual en el cultivo: se toman como muestra 5 grupos de 10 hojas; en el primero de ellos se observa en cada hoja la presencia/ausencia de formas móviles del ácaro. En función del resultado obtenido y comparando este dato con una tabla de referencia, se tomará una de las tres decisiones siguientes: actuar, no actuar o continuar con el proceso. Si se da este último caso, hay que observar el siguiente grupo de 10 hojas y proceder del mismo modo, sumando el número de hojas ocupadas al del conteo anterior. Se continúa de esta manera hasta que quede claro si es necesario o no llevar a cabo la medida de control.

Por otra parte, el seguimiento de algunas plagas de la vid se puede llevar a cabo de modo muy simplificado (siendo a la vez fiable y económicamente abordable incluso en grandes superficies) gracias a la puesta a punto de técnicas de monitorización como las siguientes:

- Utilizando tecnología relacionada con los Sistemas de Información Geográfica y los conocimientos de Geoestadística, es posible regionalizar el espacio en función de parámetros importantes como son, sobre todo, niveles de presencia de la plaga y momento en que sucede un determinado evento, como por ejemplo, en el caso de *L. botrana*, 1ª captura o pico máximo de vuelo (figura 3), pudiéndose reducir de este modo el muestreo a un número reducido de puntos.
- Obtención de modelos matemáticos que relacionan la tasa de desarrollo de los diferentes estados y estadios de las plagas en función de la temperatura (dado el carácter poiquilotermo de las mismas). A partir de estos modelos, partiendo de un punto determinado de

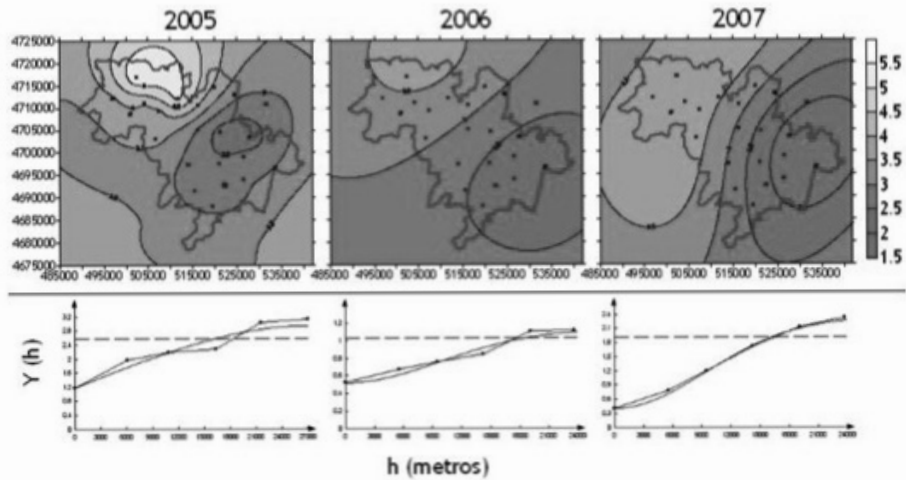


Figura 3. Ejemplo de regionalización del espacio en función del momento en que sucede la 1ª captura de *Lobesia botrana*, utilizando Sistemas de Información Geográfica y Geoestadística.

desarrollo (denominado biofix), basta con tomar datos de la temperatura para predecir la evolución de la plaga e ir conociendo su estado de desarrollo en cada momento. Hoy día, con la ayuda de modernos aparatos de medida de temperaturas y de la herramienta informática, se puede disponer de esta predicción en terminales de ordenador en tiempo real. Así, ya se ha modelizado el desarrollo de todos los estados y estadios de *L. botrana* (figura 4) y el desarrollo embrionario de *X. arvicola*.



Figura 4. Modelización del desarrollo embrionario de *Lobesia botrana* en función de la temperatura: gráfica de la tasa de desarrollo en función de la temperatura.

3.3. Métodos de control incorporables al manejo de plagas de la vid

Finalmente, los principios generales de la gestión integrada de plagas recogidos en el ANEXO I del Real Decreto 1311/2012 que se señalan a continuación, hacen referencia a métodos de control prioritarios para ser incorporados a los programas de IPM, así como a directrices que deben ser aplicadas para reducir el uso de productos fitosanitarios y, cuando sean empleados, hacerlo de forma optimizada minimizando sus efectos secundarios:

- "1. La prevención o la eliminación de organismos nocivos debe lograrse o propiciarse, entre otras posibilidades, especialmente por: a) rotación de los cultivos, b) utilización de técnicas de cultivo adecuadas (por ejemplo, técnica de la falsa siembra, fechas y densidades de siembra, dosis de siembra adecuada, mínimo laboreo, poda y siembra directa), c) utilización, cuando proceda, de variedades resistentes o tolerantes así como de simientes y material de multiplicación normalizados o certificados, d) utilización de prácticas de fertilización, enmienda de suelos y riego y drenaje equilibradas, e) prevención de la propagación de organismos nocivos mediante medidas profilácticas (por ejemplo, limpiando periódicamente la maquinaria y los equipos), f) protección y mejora de los organismos beneficiosos importantes, por ejemplo con medidas fitosanitarias adecuadas o utilizando infraestructuras ecológicas dentro y fuera de los lugares de producción y plantas reservorio.
4. Los métodos sostenibles biológicos, físicos y otros no químicos deberán preferirse a los métodos químicos, siempre que permitan un control satisfactorio de las plagas.
5. Los productos fitosanitarios aplicados deberán ser tan específicos para el objetivo como sea posible, y deberán tener los menores efectos secundarios para la salud humana, los organismos a los que no se destine y el medio ambiente.
6. Los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de productos fitosanitarios y otras formas de intervención a los niveles que sean necesarios, por ejemplo, mediante la reducción de las dosis, de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionadas, teniendo en cuenta que el nivel de riesgo que representan para la vegetación debe ser aceptable y que no incrementan el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos.
7. Cuando el riesgo de resistencia a una medida fitosanitaria sea conocido y cuando el nivel de organismos nocivos requiera repetir la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos, deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin

de mantener la eficacia de los productos. Esto podrá incluir la utilización de productos fitosanitarios múltiples con distintos modos de acción.

8. Los usuarios profesionales deberán comprobar la eficacia de las medidas fitosanitarias aplicadas sobre la base de los datos registrados sobre la utilización de productos fitosanitarios y del seguimiento de los organismos nocivos."

A continuación se señalan diversos métodos de control incorporables al manejo integrado de plagas de la vid:

- Métodos culturales, físicos y mecánicos utilizados de modo que afecten al entorno de la plaga en sentido desfavorable para ella, lo que se puede conseguir mediante técnicas que reducen las posibilidades de llegada de la plaga o, producida ésta, limitan su crecimiento y dispersión. Este conjunto de instrumentos de control incluye un número importante de ellos, entre los que cabe destacar los siguientes:
 - Empleo de material de propagación sano.
 - Mantenimiento de las vides en óptimo estado general.
 - Quema de restos de poda infestados.
 - Prácticas culturales que modifican las variables microclimáticas del entorno de la planta (sobre todo temperatura, humedad y luz) como la poda, el deshojado y las técnicas de mantenimiento del suelo.
 - Embolsado de racimos.
 - Mezcla de cultivos con otras especies leñosas o mediante siembra de especies anuales en las calles del viñedo.
 - Elección adecuada del sistema de mantenimiento del suelo.
 - Descortezado/eliminación del ritidoma de las cepas. Es de especial interés para reducir las población de pupas invernantes de *L. botrana*. También tiene interés en el manejo de la piral, *S. pilleriana* y del melazo o cochinilla algodonosa, *Pseudococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae)
- Medidas legales. Se orientan en tres sentidos: a) prevención que tiene por objetivo evitar o reducir la extensión superficial de plagas entre países a través del movimiento de material vegetal; b) vigilancia y aviso, para detectar precozmente las plagas que hayan podido entrar en un territorio a pesar de las medidas de prevención; y c) control de poblaciones plaga para intentar erradicar plagas nuevas y manejar las ya establecidas. En el caso de la vid son destacables las

medidas legales planteadas por el gobierno español obligando a la utilización de portainjertos resistentes a filoxera de la vid, *Daktulosphaira vitifoliae* (Homoptera: Phylloxeridae), en las zonas catalogadas como filoxeradas, o por la Generalitat de Cataluña para evitar la expansión de *S. titanus*, vector de la flavescencia dorada.

- Métodos genéticos: utilización de portainjertos y variedades resistentes. Aunque la herramienta genética puede tener cierto interés respecto a plagas de la vid, su potencial más importante se concreta frente a algunas de sus enfermedades. La excepción a esta afirmación, es su empleo frente a la filoxera de la vid, plaga de especial relevancia en viticultura por la enorme repercusión que ha tenido y sigue teniendo en la práctica de este cultivo. Hoy día, la única manera de proteger de forma plenamente eficaz la vid frente a las formas radicícolas de la filoxera, es utilizando patrones resistentes que, además de adaptados al suelo, presenten una adecuada afinidad con la variedad de *Vitis vinifera* (Vitaceae) a injertar. Hay ocasiones en las que se utilizan híbridos productores directos obtenidos por retrocruzamientos de híbridos *V. vinifera* y especie americana con *V. vinifera*. Por su parte, *V. vinifera* es resistente a las formas gallícolas de la plaga. Citar que, en los últimos años se está investigando sobre la posible utilización frente a la filoxera de enemigos naturales, habiéndose obtenido resultados iniciales interesantes en algunos casos, como con el nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophaga* (Heterorhabditidae) y con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Clavicipitaceae). También se han llevado a cabo pruebas con compuestos inductores de la resistencia por parte de las plantas (como el ácido jasmónico) habiéndose obtenido también resultados prometedores.
- Lucha autocida. Este método consiste en la esterilización artificial de un gran número de individuos de una especie (preferiblemente machos) y su posterior liberación en el hábitat de una población plaga de su misma especie, con la finalidad de que disminuyan los cruces fértiles y que, por tanto, la descendencia sea menor en la generación siguiente. Repitiendo el proceso en generaciones sucesivas, si el número de insectos estériles liberados es suficientemente elevado, se puede llegar a una reducción drástica de la población problema. Se emplea con éxito frente a la mosca mediterránea de las frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en cítricos y que también ataca, entre otros cultivos, a la vid. A pesar de que se han desarrollado investigaciones básicas para ponerla a punto frente a *L. botrana*, se ha llegado a la conclusión de que, a día de hoy, es un método de muy difícil aplicación contra esta plaga. Resultados más prometedores se han obtenido con la otra polilla de la vid, *Eupoecilia*

ambiguella (Lepidoptera: Tortricidae), aunque su elevado coste la hace inviable hasta el momento.

- Métodos biotécnicos o biorracionales. Se basan, no en causar la muerte de los diversos estados de desarrollo de una plaga, sino en la modificación de algún proceso fisiológico o de comunicación específico de la misma, de forma que finalmente se controla la población problema. Comprenden el uso de diversos productos químicos, en su mayoría, semejantes o idénticos a sustancias producidas por las propias especies plaga y por las plantas. En viticultura, estos métodos tienen tres importantes aplicaciones.
 - La confusión sexual, consistente en saturar el ambiente con feromona sexual para reducir el número de apareamientos y, con ello, la densidad de la población de la plaga. Está siendo utilizada cada vez más en el control de la polilla del racimo de la vid, *L. botrana*, y está dando también buenos resultados a nivel experimental con la piral, *Sparganothis pilleriana* (Lepidoptera: Tortricidae). Para su uso óptimo frente a *L. botrana*, es importante seguir las recomendaciones siguientes:
 - a) Superficie mínima de aplicación de 5-10 ha.
 - b) Orografía lo más llana posible.
 - c) Aislamiento del viñedo en que se aplica.
 - d) Refuerzo en los bordes aumentando el número de difusores de feromona.
 - e) Colocación de difusores con las primeras capturas de la 1ª generación.
 - f) Número y distribución adecuada de los difusores.
 - El empleo de alomonas, que son metabolitos secundarios de las plantas que éstas utilizan para defenderse del ataque de las plagas. Su modo de acción se puede desarrollar de modos diferentes, habiendo alomonas tóxicas, antiapetitivas, disuasorias de la oviposición, repelentes y alteradoras del balance hormonal. Su uso práctico actual es limitado por diversos problemas que aún quedan por resolver. El éxito más destacable es el conseguido con la alomona antiapetitiva y alteradora del balance hormonal azadiractina, extraída del árbol del neem, *Azadirachta indica* (Meliaceae). Existen en el mercado diferentes formulaciones que incluyen a la azadiractina como ingrediente activo y que son incorporadas en el IPM en el cultivo de la vid frente a insectos de los órdenes

Homoptera, Thysanoptera, Diptera y Lepidoptera y a ácaros de las familias Tetranychidae y Eriophyidae.

- El empleo de Reguladores del Crecimiento de los Insectos (IGRs). Bajo esta denominación se incluye una amplia gama de compuestos que tienen naturaleza química y efectos fisiológicos muy diversos, pero con una acción común: alterar el desarrollo y crecimiento de los insectos. En el momento actual, ya son varios los IGRs registrados en vid con una clara tendencia a su incremento:
 - a) El juvenoide (mimético de la hormona juvenil) fenoxicarb frente a polillas del racimo.
 - b) Los ecdisoides no esteroidales (agonistas de la ecdisona u hormona de la muda) tebufenocida y metoxifenocida (frente a la piral *S. pilleriana* y a las polillas del racimo) (figura 5).

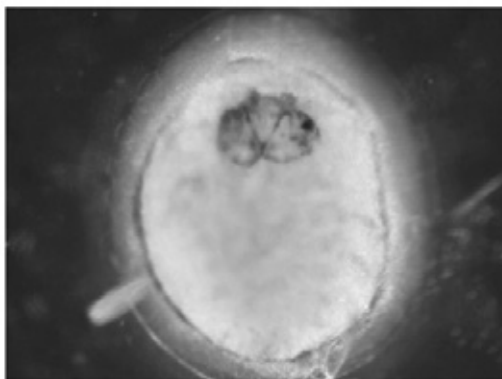


Figura 5: Embrión de *Lobesia botrana* muerto y con deformaciones consecuencia de tratar el huevo con metoxifenocida.

- c) La benzoilfenil urea (inhibidora de la síntesis de quitina) lufenurón en tratamientos cebo frente a *C. capitata* en vid para uva de mesa.
 - d) Otros Inhibidores del crecimiento, como son los compuestos hexitiazox y etoxazol registrados en vid para el control de ácaros tetránquidos.
- Control biológico de Plagas (CBP). Se define como la utilización deliberada de organismos vivos (enemigos naturales depredadores, parasitoides y patógenos) para reducir hasta niveles tolerables el daño que causan las plagas. La potencialidad de esta herramienta para su incorporación al IPM de la vid se analiza en los dos apartados siguientes.

- CBP por inundación. Esta estrategia consiste en liberar grandes cantidades del enemigo natural para conseguir a corto plazo una reducción de la población por debajo del Umbral Económico. En el caso de la vid, cabe destacar los casos concretos que se indican a continuación.
- a) Se ha investigado de forma profusa la posibilidad de utilizar especies del género *Trichogramma* frente a *L. botrana* (figura 6). De hecho, diferentes estudios señalan que el potencial es prometedor, habiéndose alcanzado la fase de experimentación en campo en varios países. Pese a ello, su aplicación comercial a gran escala es nula, no existiendo hasta la fecha programas de sueltas inundativas en marcha.

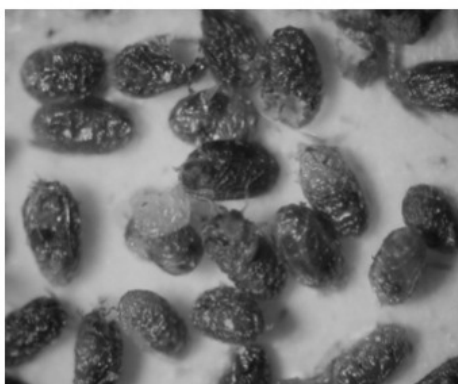


Figura 6: Huevos de *Lobesia botrana* parasitados por *Trichogramma cacoeciae*.

- b) En las últimas décadas, los ácaros han aumentado notablemente su importancia como plagas de la vid, citándose las especies siguientes como las más importantes en la actualidad: *Colomerus vitis* (Acari: Eriopyidae), *Calepitrimerus vitis* (Acari: Eriopyidae), *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), *P. ulmi* (Acari: Tetranychidae) y *E. carpini* (Acari: Tetranychidae). La proliferación de estos organismos se debe principalmente a la aplicación indiscriminada de productos fitosanitarios para luchar contra otras plagas, lo que ha provocado la eliminación de sus enemigos naturales y/o la estimulación directa de su desarrollo. Los principales agentes de control biológico de los ácaros fitófagos que afectan al viñedo son los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae. En concreto, en las distintas zonas donde se cultiva la vid en España se han citado una treintena de especies, destacando (con importancia variable según cada una de esas

zonas) las siguientes: *Typhlodromus phialatus* (Acari: Phytoseiidae), *T. pyri* (Acari: Phytoseiidae), *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae), *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae) y *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae).

Hasta ahora, se han hecho ensayos destinados a aplicar el CBP de acuerdo a una estrategia inundativa, habiéndose llegado a la conclusión de que lo más prometedor de cara al futuro, paralelamente a lo que sucede con plagas de ácaros en otros cultivos, es la liberación de depredadores comercializados para tal fin.

- c) La lucha microbiológica (LMB) es un tipo de CBP en el que el enemigo natural empleado es un patógeno de la plaga. En el caso del cultivo de la vid la LMB ya está puesta en práctica con éxito para el control de *L. botrana* y *E. ambiguella* mediante la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bacillidae), de la que existen en la actualidad varias formulaciones comerciales de las razas Aizawai (cepa Xentari) y Kurstaki. Por otro lado, también se han registrado y comercializado formulaciones del nematodo entomopatógeno *Steinernema feltiae* (Steinernematidae) para el control de plagas de trips (Thysanoptera) que afectan al cultivo.
- CBP por conservación. En este caso, se trata de manejar el ambiente para mejorar la eficacia de los enemigos naturales ya establecidos, proporcionándoles los requisitos que necesitan para su supervivencia (huéspedes alternativos, alimento suplementario, refugios, etc.) y eliminando o mitigando los factores ambientales que los afectan negativamente (productos fitosanitarios, ciertas prácticas culturales, etc.). En este contexto y en el caso de la vid, merece la pena mencionar el interés creciente observado recientemente por implementar acciones de mejora (cubiertas vegetales, plantas herbáceas, arbustivas e incluso arbóreas en bordes de parcela, etc.) cuyo objetivo es incrementar la biodiversidad funcional de los paisajes vitícolas. Con ello se persiguen tres objetivos: mejorar la calidad ambiental, promover los valores estéticos y de lagado que suponen esos paisajes vitícolas y contribuir a la conservación de la naturaleza, objetivo que incluye a su vez, el de incrementar la presencia de enemigos naturales.
 - Lucha química convencional. Este método de control se refiere al empleo de productos fitosanitarios no recogidos dentro de los métodos biotécnicos o biorracionales. Como se ha señalado más arriba, los principios generales de la gestión integrada de plagas, recogidos en el ANEXO I del Real Decreto 1311/2012 no descartan el empleo de productos fitosanitarios, si bien especifican que otros métodos de control "...no químicos deberán preferirse a los métodos químicos,

siempre que permitan un control satisfactorio de las plagas". En la actualidad, y la vid no es un cultivo excepcional en este sentido, la lucha química todavía sigue siendo imprescindible para el manejo de muchas plagas y, por ende, para la sostenibilidad de los cultivos a los que atacan. Por otro lado, en estos mismos principios se hace hincapié en aspectos clave que tienen que ver con la necesidad de utilizarlos de modo racional. Concretamente, se hace referencia al empleo de productos fitosanitarios que tengan los menores efectos secundarios posibles y a aplicarlos de tal modo que se reduzca al máximo la probabilidad de aparición de resistencias. Teniendo en cuenta todo lo anterior, se puede resumir que la lucha química convencional es todavía necesaria para el manejo de las plagas de la vid. Sin embargo, su uso ha de llevarse a cabo, para cumplir con los principios de la gestión integrada de plagas, teniendo en cuenta los cuatro criterios siguientes:

- a) Elección adecuada del plaguicida en base a su toxicidad frente a organismos no objetivo, a su potencial de contaminación del medio ambiente, a su capacidad para estimular plagas, a su selectividad y persistencia y a su potencial para provocar el desarrollo de resistencias.
- b) No sobrepasar la dosis máxima recomendada.
- c) Desarrollo de una adecuada técnica de aplicación, sobre todo en lo referente al mantenimiento y regulación de la maquinaria y a la homogeneización del caldo, así como a tener muy en cuenta el órgano u órganos de la planta a los que dirigir fundamentalmente el tratamiento.
- d) Selección del momento y superficie adecuados para la aplicación.

4. RETOS PARA LA PLENA APLICACIÓN DEL IPM EN EL CULTIVO DE LA VID

Vincent *et al.* (2012) señalan una serie de aspectos clave para que la puesta en práctica del IPM en el cultivo de la vid sea una realidad. Se resumen a continuación:

- Ha de establecerse un mecanismo eficiente que traslade el conocimiento científico a su aplicación práctica. Sin duda, la puesta en marcha del Real Decreto 1311/2012 y la consiguiente intervención de la figura del asesor, resultará de valor especial en este sentido. Las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) han de jugar también un papel importante; no obstante, otras herramientas como publicaciones locales con información en tiempo real

relacionada con las plagas, o guías de campo para la identificación de especies, no deben ser despreciadas.

- Es importante considerar con atención los nuevos retos que las plagas de la vid vayan planteando en el transcurso del tiempo. Los autores señalan el ejemplo de cómo en muchas zonas de cultivo de clima seco y cálido, los ácaros fitófagos y las cochinillas de la familia Pseudococcidae son las que están actuando como referentes en la implementación de los programas de IPM en muchos viñedos de dichas zonas.
- Se deben realizar esfuerzos para que adquieran una mayor relevancia, tanto la incorporación de la LMB (implementada mediante el empleo de bioplaguicidas), como de moléculas químicas plaguicidas de origen vegetal.

Como conclusión, los mismos autores establecen que, en el contexto de la viticultura, el principal reto para una aplicación efectiva del IPM sigue siendo el desarrollo y la coordinación de toda la información disponible, de modo que se presente de forma interesante y aplicable para los productores en una zona determinada. Qué duda cabe que, una vez más, la aplicación del Real Decreto 1311/2012 facilitará el que esto se convierta en realidad. Por último, indicar también que solo el desarrollo de esfuerzos en las investigaciones adecuadas podrán proporcionar las herramientas necesarias para alcanzar este objetivo.

BIBLIOGRAFÍA

Baillod, M. & Schlaepfer, R. 1982. Technique simplifiée de controle pour l'acarien muge (*P. ulmi* Koch.) et les vers de la grape (1er. génération). Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture. 14:211-215.

Dent, D.1993. Insect Pest Management. CAB International. UK.

Varios autores. 2004. Los parásitos de la vid. Estrategias de protección razonada. 5ª ed. MAPA -Mundi-Prensa Ediciones, Madrid, ES.

Wieseman, P. E. 2007. Best Management Practices. Integrated Pest Management. Ed. International Society of Arboriculture. Champaign, Illinois, USA.

Vincent, C.; Isaacs, R.; Bostanian, N. J. y Lasnier, J. 2012. Principles of Arthropod Pest Management in Vineyards. En: Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions. Springer Science+Business Media B. V. Londres.

World Commission on Environment and Development. 1987. Our Common Future. Oxford University Press. Oxford.

CONTROL BIOLÓGICO EN OLIVAR

Mercedes Campos Aranda

*Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Estación Experimental del Zaidín. Granada*

INTRODUCCIÓN

El olivo, originario de la zona de Irán, Palestina y Siria, se extendió por Chipre hacia Anatolia, y a través de Creta hacia Egipto, hasta poblar todos los países ribereños del Mediterráneo. Posteriormente, se extendió por el Nuevo Mundo, y en la actualidad, se cultiva también en Sudáfrica, China, Japón y Australia. El patrimonio oleícola mundial se estima en aproximadamente 1.000 millones de olivos, ocupando una superficie aproximada de 10 millones de hectáreas (Civantos, 2008).

España cuenta con olivares repartidos por casi todo el territorio, ocupando una superficie de 2.439.582 ha (MAPA, 2004), por lo que su importancia social y económica es incuestionable. Sin embargo, este cultivo, además de producir alimentos saludables, desarrolla funciones de mantenimiento de la diversidad biológica, de protección del territorio y del paisaje, así como de salvaguarda de los aspectos históricos y culturales (Cirio, 1997). En el siglo XXI, la olivicultura presenta novedades relevantes ya que, además de aceite y aceitunas para aderezo, también demanda otras producciones como biomasa para energía eléctrica o funciones como la de sumidero de carbono (Gúzman-Álvarez *et al.*, 2009).

La olivicultura, al igual que otras actividades agrícolas, utiliza técnicas agronómicas que pueden plantear distintos problemas de carácter toxicológico, medioambiental y económico (Cirio, 1997), lo cual es debido a que algunos sistemas de producción están orientados hacia la obtención de máximos niveles productivos, ignorando la calidad de la producción, las funciones del agroecosistema y el medio ambiente (Kabourakis, 1999).

El **control de plagas** es una de las prácticas mas controvertidas del olivar y, se pudo comprobar, que el uso creciente e indiscriminado de los tratamientos químicos estaban produciendo una serie de alteraciones indeseables como: a) la intensificación de plagas que eran bien controladas por sus enemigos naturales como las producidas por cóccidos, áfidos y *Euzophera pinguis*, b) la aparición de fenómenos de resistencia a ciertos productos químicos, como p. e los observados en *Prays oleae* frente a determinados productos organofosforados, o c) la posible aparición de

residuos de plaguicidas, tanto en el aceite como en la aceituna de mesa, al no respetar los plazos de seguridad del uso de pesticidas, ni los límites máximos de residuos autorizados (Civantos, 1999).

Estos hechos determinaron la necesidad de desarrollar Programas de Control Integrado basados, según la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB, 1977), en *"la lucha contra los organismos nocivos, utilizando un conjunto de métodos que satisfagan las exigencias económicas, ecológicas y toxicológicas, dando carácter prioritario a las acciones que **fomentan la limitación natural de los enemigos** de los cultivos y respetando los umbrales económicos de tratamiento"*. La aplicación de sistemas de control integrado en el olivar supuso abordar distintos frentes relacionados con la investigación, formación, transferencia y normativas, lo que ha permitido, entre otros logros, disponer de distintos métodos de manejo de plagas, que son social y ecológicamente aceptables. Entre ellos se encuentran, los métodos basados en la agronomía del cultivo, en la manipulación del comportamiento de los insectos, en la manipulación de la relación insecto-planta, en la relación entre los fitófagos y sus enemigos naturales (**Control Biológico**) y el control químico (Civantos, 1999; Alvarado *et al.*, 2008; Quesada-Moraga *et al.*, 2009; Campos, 2011).

CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico en un sentido práctico es la utilización de enemigos naturales para reducir los daños causados por organismos nocivos a niveles tolerables (Debach y Rosen, 1991). Entre los enemigos naturales se encuentran los entomófagos (depredadores y parasitoides) y entomopatógenos (hongos, bacterias, virus y nematodos).

Las posibilidades de aplicar el control biológico en el olivar son muchas, debido a que este agroecosistema posee una serie de características que le confieren un gran potencial ecológico. Es un cultivo muy antiguo dentro del área mediterránea, por lo que a lo largo del tiempo se han establecido complejas relaciones intra e interespecíficas de las que dependen en gran medida los equilibrios biológicos. Aunque hay descritas unas 255 especies que se alimentan del olivo, tan solo un reducido número de ellas origina plagas, por lo que el número de tratamientos es bajo en comparación con otros cultivos y además, el grupo de enemigos naturales es muy abundante y diverso. Otros aspectos de gran importancia es su gran extensión y diversidad paisajística, sobretodo en los olivares andaluces, lo que determina la presencia de lugares de hibernación, alimento y huéspedes alternativos, fundamentales para la conservación de los enemigos naturales (Altieri y Nicholls, 2007; Duarte *et al.*, 2009; Campos y Castro, 2011).

Enemigos naturales

El complejo parasitario está representado por más de 400 especies del orden Himenoptera. El número medio de especies parasitoides por fitófago no suele ser inferior a tres o cuatro, aunque en algunos casos como el de *Prays oleae* el número medio es de 10, teniendo asociadas unas 40 especies. En general, los parasitoides más activos suelen ser los asociados a los cóccidos (Arambourg, 1986; Croveti, 1996).

El complejo depredador está compuesto por distintos órdenes y entre los principales grupos se encuentra el de las arañas, que es el más diverso con 217 especies, seguido por el orden Coleoptera con 30 especies, el grupo de las hormigas con 24, hemípteros con 11, neurópteros con 13 y distintos ácaros (Morris *et al.*, 1999; Redolfi *et al.*, 1999; Ruiz Torres y Montiel Bueno, 2000; Santos *et al.*, 2007; Cárdenas, 2008; Cotes *et al.*, 2010; Rey *et al.*, 2010; IFAPA, 2011).

Entre los microorganismos entomopatógenos se encuentran: a) la bacteria *Bacillus thuringiensis* que es muy efectiva para controlar la generación antófaga de *Prays oleae* (Alvarado *et al.*, 2008), b) los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, que albergan un gran potencial para controlar la mosca del olivo, tanto en estrategias dirigidas a los adultos como a las pupas (Konstantopoulou y Mazomenos, 2005; Quesada-Moraga *et al.*, 2007; Mahmoud, 2009; Garrido *et al.*, 2010) y c) el nematodo *Steinernema feltiae*, el cual puede infectar larvas maduras de la mosca tanto en el suelo como dentro de las aceitunas atacadas, por lo que puede tener un gran potencial en reducir su población hibernante (Sirjani *et al.*, 2009).

El conocimiento de la existencia de todos estos enemigos naturales en el olivar es fundamental para tener en consideración su protección, especialmente la de aquellos que juegan un papel importante en el control biológico de las principales plagas que atacan al olivo.

Marco normativo

Afortunadamente, las políticas para la consecución de una agricultura sostenible determinaron que las normativas sobre el control de plagas estuviesen dirigidas a potenciar o desarrollar el **Control Biológico**. Así, en el año 2002 se aprobó la Ley de Sanidad Vegetal, con el objetivo de establecer la normativa básica y las normas de coordinación en materia de sanidad vegetal. Entre sus fines se encuentran: a) **proteger los animales, vegetales y microorganismos que anulen o limiten la actividad de los organismos nocivos para los vegetales y productos vegetales**, b) **prevenir los riesgos que para la salud de las personas y animales y contra el medio ambiente puedan derivarse del**

uso de los productos fitosanitarios o c) garantizar que los medios de defensa fitosanitaria reúnan las debidas condiciones de utilidad, eficacia y **seguridad**. Esta ley supuso que las Administraciones Públicas promovieran distintas actividades como *“programas de investigación para la búsqueda de alternativas técnicas y económicamente viables que posibiliten la resolución de problemas de carácter fitosanitario”*. En cuanto al uso de **Medios Biológicos** para la defensa fitosanitaria, la Ley se refiere a la introducción y liberación de organismos de control biológico exótico y, a la producción y liberación de organismos de control biológico no exótico, indicando que la introducción, cría, distribución y liberación de estos organismos requerirá la comunicación previa al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, conforme a las normas que reglamentariamente se establezcan.

Posteriormente, en el año 2008 se aprobó el Reglamento Específico de Producción Integrada del Olivar, que contempla prácticas obligatorias, prohibidas y recomendadas, así como los requisitos generales de producción integrada de Andalucía. El control integrado lo define como *“la aplicación racional de una combinación de **medidas biológicas**, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios para el control de plagas se reduzca al mínimo necesario e indica que en el control de plagas, se antepondrán, siempre que sea posible, los **métodos biológicos**, biotecnológicos, culturales, físicos y genéticos a los métodos químicos”*. Para cada una de las plagas determina la estrategia de control integrado y en lo relacionado con el **control biológico** indica las principales especies de la fauna auxiliar autóctona asociadas a cada fitófago. Aunque contempla la posibilidad de realizar sueltas de fauna auxiliar, no especifica la metodología a aplicar. De forma general señala que *“debe protegerse la fauna auxiliar, en particular *Scutellista cyanea* y *Chrysoperla carnea*”* y que *“se hará por tanto un inventario de dicha fauna auxiliar durante el periodo de incidencia de plagas”*.

Sin embargo, y aunque el grado de concienciación social en pro de estrategias de Control de Plagas mas respetuosas con el medio es cada vez mayor, la lucha química continua desempeñando un papel muy importante. En muchos casos se realiza de forma mas racional, pero también se asiste con preocupación a la práctica de utilizar tratamientos a calendario fijo (Quesada-Moraga *et al.*, 2009), lo que justifica la reclamación social de reducir la dependencia del uso de plaguicidas para la defensa de la sanidad de los cultivos, regular su empleo, mejorar la eficacia de la materias activas utilizadas y optimizar las estrategias de aplicación (IFAPA, 2011). Esta situación es consecuencia de que la utilización de la lucha integrada de plagas está definida como **un sistema voluntario**, lo que hace que los objetivos se alejen de la normativa del Parlamento

Europeo y del Consejo de 2009, en la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. Como consecuencia de todo ello, se ha publicado en 2012 un Real Decreto y entre sus objetivos está el de *"establecer el marco de acción para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios mediante **la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los productos fitosanitarios en la salud humana y el medio ambiente**, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativos, tales **como los métodos no químicos**".* En la definición de Gestión Integrada de Plagas enfatiza sobre *"la **promoción de los mecanismos naturales de control de plagas**".* Para todo ello se adoptará un Plan de Acción Nacional en cuyo contenido se habla de *"contribuir a **garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres**",* algo novedoso que muestra una nueva orientación en la aplicación del control biológico. En este sentido, se indica que debe propiciarse *"la protección y mejora de los organismos beneficiosos importantes, por ejemplo con medidas fitosanitarias adecuadas o utilizando **infraestructuras ecológicas** dentro y fuera de los lugares de producción y plantas reservorio".*

ESTRATEGIAS DE CONTROL BIOLÓGICO

En la actualidad, el nivel de conocimientos sobre los principales insectos que originan plagas en el olivar y sus enemigos naturales son lo suficientemente elevados como para aplicar distintas estrategias de control biológico pero, será necesario seguir avanzando en este camino para optimizarlas y buscar nuevas estrategias, basadas en el conocimiento del agroecosistema y de los servicios que nos puede prestar.

Control biológico clásico

Las iniciativas de control biológico con insectos tienen una larga tradición en este cultivo iniciándose a comienzos del siglo XX. La estrategia de control se basó en la introducción y liberación de distintos enemigos naturales, con el objetivo de obtener niveles de control permanentes. Se realizaron 63 introducciones (35 especies de parasitoides y tres de depredadores) dirigidas fundamentalmente al control de *Bactrocera oleae* y *Saissetia oleae* y en menor número contra *Prays oleae* (Jervis *et al.* 1992). El éxito fue reducido, lo cual podría estar motivado por la existencia de una escasa relación con el huésped, diferencias climatológicas entre el área de origen del enemigo natural y el área de suelta o la ausencia de los requerimientos ecológicos como señales para la diapausa o huéspedes alternativos, requisitos necesarios para el establecimiento de los enemigos naturales (Van Driesche y Bellows, 1996).

Uno de los éxitos de este tipo de control es el conseguido con el himenóptero braconídeo *Psytalia concolor* dada su especificidad y su establecimiento a lo largo de los años en distintas zonas de la geografía española. Este parasitoide tiene un notable efecto reductor sobre las poblaciones y el porcentaje de picada de la mosca del olivo por lo que actualmente es recomendado para su control (Jiménez *et al.*, 1990; Yokohama *et al.*, 2006; Miranda *et al.*, 2008). No obstante, es importante remarcar que *P. concolor* en otras zonas olivareras no siempre ofrece adecuados niveles de control por lo que deberían ser investigadas otras especies existentes que se ajusten a las diferentes condiciones climáticas donde se encuentra el olivo y la mosca (Daane y Johnson, 2010).

Control biológico aumentativo

Esta estrategia consiste en la liberación intencionada de enemigos naturales nativos o introducidos con el objeto de que se multipliquen y controlen al fitófago durante un periodo de tiempo determinado, pero no permanente. Su utilización es aconsejada en situaciones donde el control natural se encuentra a niveles demasiados bajos para ser efectivos. En función de las características de aplicación y planteamiento del control es posible diferenciar dos tipos de liberación: inoculativa, con finalidad preventiva e inundativa, con finalidad curativa.

Esta medida de control ha sido de especial interés en el olivar, particularmente contra la cochinilla, aunque también contra *B. oleae* y *P. oleae*. En el caso de *Saissetia oleae*, los parasitoides del género *Metaphycus* y *Scutalista caerulea*, junto con los depredadores *Chilocorus bipustulatus* y *Scymus interreptus* son los candidatos para potenciar el control biológico en zonas y años donde sea necesario reforzar sus poblaciones (Daane y Caltigirone, 1989; Pereira, 2004; Santos, 2007), aunque será necesario continuar los estudios al objeto de determinar la metodología óptima de sueltas (Tena *et al.*, 2008; Torres, 2006).

Respecto a la mosca del olivo, además de *P. concolor*, los estudios realizados con el braconídeo *Fopius arisanus* indican que podría ser un prometedor candidato para su control debido a que es un parasitoide ovolarvario y las posibilidades de encontrar al huésped en el fruto son mayores que la de los parastoides larvarios (Moretti *et al.*, 2005; Sime *et al.*, 2008).

Otro parasitoide utilizado en este tipo de estrategia es *Trichogramma* sp. que incide sobre los huevos de *P. oleae* y *Palpita unionalis*, siendo necesario estudiar su diversidad local en diferentes zonas olivareras con el objeto de obtener las cepas mas adecuadas para cada una de ellas (Gonçalves *et al.*, 2006; Hegazi *et al.*, 2007). Otra posibilidad para mejorar el control de *P. oleae* es la suelta del depredador *C. carnea* al inicio

de las puestas sobre la generación carpófaga (Bento *et al.*, 1999), aunque la eficacia de este tipo de estrategia podría estar comprometida por la elevada capacidad de dispersión de esta especie depredadora. Se ha desarrollado una técnica de marcaje con el objetivo de estudiar los movimientos de crisópidos adultos y mejorar la metodología de liberación (Porcel, 2012).

Control biológico por conservación

El reconocimiento de los servicios ecológicos que la práctica de una agricultura sostenible y ambientalmente segura puede proporcionar, hace que el control biológico por conservación se posicione como una importante alternativa al control químico en el olivar (Malavolta y Perdakis, 2012). Es una medida preventiva, muy relacionada con la conservación de la biodiversidad y su objetivo es optimizar los recursos naturales favoreciendo la acción de los enemigos naturales (al proporcionarles alimento, huéspedes alternativos y refugios) y evitar el empleo de las prácticas que los perjudiquen como el uso de fitosanitarios.

En el Reglamento Específico de Producción Integrada para la Comunidad Autónoma de Andalucía de 2008 ya se indicaba, entre las medidas obligatorias, **mantener la biodiversidad** del agroecosistema, mediante la conservación de la vegetación natural de lindes, setos, árboles aislados, bordes de montes, etc... y reducir el uso de productos fitosanitarios al mínimo necesario. Asimismo, en el actual Plan de Acción Nacional se indica que debe propiciarse la protección de los organismos beneficiosos importantes con medidas fitosanitarias adecuadas o utilizando **infraestructuras ecológicas**.

Sin embargo, en este campo está casi todo por hacer y será necesario potenciar estudios tendentes a conocer el papel de las infraestructuras ecológicas como promotora del control biológico por conservación en el olivar y posteriormente poder realizar un diseño y manejo eficaz de las mismas.

Infraestructuras ecológicas

De acuerdo con las directrices de la OILB para la Producción Integrada del Olivar, las infraestructuras ecológicas o áreas de compensación, deben representar un mínimo de un 5% del total de la explotación y estar libres de pesticidas y fertilizantes con el objetivo de mejorar la diversidad. Deben ser diversas en cuanto a su composición y estructura y utilizar especies nativas siempre que sea posible (Malavolta y Perdakis, 2012).

El olivar muestra una gran diversidad territorial en Andalucía. La biodiversidad a escala de paisaje está muy relacionada con las peculiaridades territoriales de los olivares, pudiendo encontrar olivares de campiña con escasa diversidad, olivares de sierra con un grado de heterogeneidad notable y olivares situados en un territorio con gran heterogeneidad, donde forman parte de un mosaico de cultivos y formaciones vegetales naturales. Una mayor diversidad estructural (arbolado, cubierta vegetal espontánea, manchas de vegetación natural, muretes de piedra seca, etc.) permite un mayor número de hábitat y por tanto mayores beneficios específicos, por lo que es razonable pensar que cada tipo de olivar deberá plantear su modo particular de relación con la biodiversidad de forma que sea posible compatibilizar su conservación con el resultado económico. No obstante, los beneficios de una mayor complejidad han sido escasamente cuantificados en el olivar por lo que será necesario realizar estudios específicos y determinar el peso de cada uno de sus componentes en relación con la conservación y mejora de la biodiversidad (Duarte *et al.*, 2009).

Los conocimientos actuales indican, en el caso específico de *Bactrocera oleae*, que la vegetación natural y semi-natural existente alrededor de los olivares afecta a sus tasas de parasitismo, lo cual podría ser debido a que las poblaciones de parasitoides generalistas como *Pnigalio agraulis* y *Eupelmus urozonus* se verían beneficiadas por la presencia de huéspedes alternativos en la vegetación. La relevancia de estos efectos depende de la escala espacial y de las características del paisaje, pudiendo ser más importante la configuración que la composición del mismo (Boccaccio y Petacchi, 2009).

Respecto a la cubiertas vegetales se ha determinado que la vegetación natural atrae gran variedad de himenópteros parasitoides, algunos de *Prays oleae*, destacando Ichneumonidos y Braconidos, y que son más abundantes en las fincas ecológicas que tienen mayor porcentaje de cobertura (Jorge *et al.*, 2003; Sánchez, 2004). En cuanto a depredadores, las cubiertas vegetales naturales favorecen la presencia de hormigas (Redolfi *et al.*, 2004), arañas (Cárdena, 2008), coleópteros (Cotes *et al.*, 2009) y crisópidos (Porcel, 2012). Las cubiertas sembradas de cereal, además de no interferir sobre las principales plagas del olivo (Rodríguez *et al.*, 2009), tienen una incidencia positiva sobre las poblaciones de determinadas familias de parasitoides como Scelionidae, Chalcididae y Encyrtidae, y específicamente sobre *Ageniaspis fuscicollis*, un importante parasitoide de *Prays oleae* (Rodríguez *et al.*, 2012). También se ha comprobado la importancia de las características de las propias cubiertas, así como la forma de manejarlas sobre las poblaciones de los enemigos naturales. Así, el mantenimiento de una cubierta vegetal, con un cierto desarrollo y complejidad permite el asentamiento de una aracnofauna mas

abundante y diversa, debido al incremento de microhábitats (Cárdenas, 2008). Estos conocimientos tienen repercusión a la hora de planificar el control biológico con depredadores polífagos en un cultivo, ya que sería deseable la presencia de muchas especies de forma que se complementasen unas a otras en términos de segregación temporal y forma de buscar alimento (Bolduc *et al.*, 2005).

Es obvia la importancia de la diversidad en la estabilidad de los agroecosistemas y los factores que le afectan, así como la necesidad de conservarla o restaurarla. Sin embargo, las acciones no deben ir dirigidas a restaurar cualquier diversidad sino aquella que puede ser útil para el agricultor o **diversidad funcional**. El desafío está en identificar los ensamblajes correctos de especies, que a través de sus sinergias, provean servicios ecológicos esenciales como el control biológico de plagas (Nicholls, 2006). En el olivar se ha determinado que depredadores como *C. carnea* y *Anthocoris* sp., junto con distintos parasitoides de cochinillas y la mosca del olivo deben ser identificadas como especies claves, cuyas poblaciones deben ser protegidas y potenciadas (Malavolta y Perdakis, 2012).

Los estudios realizados al respecto indican que especies vegetales como *Inula viscosa*, *Nerium oleander*, *Daucus carota*, *Foeniculum vulgare* o *Fagopyrum esculentum* favorecen las poblaciones de importantes grupos de enemigos naturales como himenópteros parasitoides, coccinélidos, sírfidos, antocóridos y crisópidos (Torres, 2007; Quintano, 2009), pero un paso de gran trascendencia será determinar las relaciones tritróficas claves (especie vegetal-enemigo natural-plaga). En este sentido se conoce que *Citrus* spp. y *Nerium oleander* proveen hábitat a *Saissetia oleae* y a otras cochinillas, así como a sus parasitoides y depredadores (Katsoyannos, 1992), que las poblaciones de *Chrysoperla carnea* están muy relacionada con diferentes umbelíferas en cuyas inflorescencias se alimentan sus adultos y larvas (Torres, 2007; Campos y Castro, 2011) y que las flores de *Dittrichia viscosa* son atacadas por el díptero *Miopites stylata*, cuyas larvas pueden ser parasitadas por distintos himenópteros entre los que se encuentran *Eupelmus urozonus*, uno de los principales parasitoides de *Bactrocera oleae* (Warlop, 2006; Franco-Micán *et al.*, 2010; Mota *et al.*, 2011). Así, en olivares del sur de Francia se recomienda la siembra de *Dittrichia viscosa* en los bordes del cultivo para valorizar la acción de *E. urozonus* y reducir las poblaciones de la mosca (Warlop, 2010).

Hay que ser conscientes de que para obtener resultados concluyentes en este campo será necesario realizar estudios a más largo plazo y bajo una perspectiva holística integrando la dinámica de poblaciones de las plagas y de los enemigos naturales claves (Torres, 2007). El éxito

depende de la selección de las especies vegetales mas apropiadas, de la entomofauna asociada a la diversidad vegetal, de la respuesta de los enemigos naturales a la diversificación y de la escala espacial a la cual operan los efectos reguladores de la manipulación del hábitat (Altieri y Nicholls, 2007). Así, la planificación territorial requiere mucha investigación como p. e. sobre el movimiento y dispersión de los insectos y como asegurar la conectividad entre las distintas unidades del paisaje (Alomar, 2003).

Control de plagas

El uso de insecticidas se encuentra entre las herramientas agrícolas que están asociadas al daño ambiental. En relación con los enemigos naturales se sabe que el empleo de tóxicos de amplio espectro, químicos o naturales, pueden tener efectos directos (letales o subletales) e indirectos debido a la eliminación de las especies que son presas o competencia (Devine *et al.*, 2008). Otros pesticidas no tóxicos, pueden actuar por repelencia, lo que impide que los auxiliares ejerzan su acción o abandonen el cultivo (Torres, 2006).

Los estudios dirigidos a determinar el impacto sobre la entomofauna auxiliar son muy complejos ya que el efecto de cada insecticida es diferente, por sus propias características (mecanismo de acción, persistencia, toxicidad, etc.), la forma de aplicación (pulverización, espolvoreo, atomización, y que esta sea total, en bandas o parcheos), así como las dosis y momentos de aplicación, que en muchos casos llegan a ser determinantes (Pajarón, 2007). Además, la incidencia de los insecticidas depende de la susceptibilidad y de la capacidad de recuperación de las diferentes especies de enemigos naturales. Los estudios de laboratorio son necesarios para identificar el peligro, pero son los ensayos de campo los que muestran las verdaderas consecuencias ambientales y ecológicas.

En el caso del olivar, diferentes autores han puesto de manifiesto que la mayor parte de los tratamientos con insecticidas como azadiractina, piretroides, organofosforados, spinosad, caolin o *Bacillus thuringiensis* inciden negativamente, en mayor o menor grado, sobre la abundancia y diversidad de distintas familias de parasitoides y depredadores (Ruano *et al.*, 2001; Cabanas *et al.*, 2003; Iannota *et al.*, 2007; Montiel Torres y Ruiz Bueno, 2005; 2007; Porcel *et al.*, 2008; Pascual *et al.*, 2010), así como otras estrategias de control como los trampeos masivos (Pereira *et al.*, 2007; Porcel *et al.*, 2009). En el caso concreto de *Chrysoperla carnea*, se ha determinado que además, afectan negativamente a la fecundidad de las hembras (Corrales y Campos, 2004). Así pues, ante la gran preocupación por determinar los riesgos ecológicos que representan los insecticidas aplicados en el olivar, será necesario potenciar la realización

de estudios más complejos y desarrollar métodos estandarizados que consideren un mayor número de efectos (directos, indirectos y demográficos), lo que permitirá elegir los productos mas selectivos y la aplicación racional de los mismos, teniendo en cuenta las dosis mínimas eficaces y los momentos idóneos del tratamiento manteniendo estrictamente los plazos de seguridad (IFAPA, 2011).

Sin embargo, no es de esperar que sector del olivar se autorregule, por lo que es fundamental la existencia de un marco normativo como es el Reglamento de Producción Integrada de olivar de 2008 y el Plan de Acción Nacional. En Reglamento se indica, que en caso de resultar necesaria la intervención química, **será obligatorio** el uso exclusivo de las sustancias activas permitidas en este cultivo (seleccionadas de acuerdo a diferentes criterios como el de menor riesgo para la fauna auxiliar). El uso de productos fitosanitarios se realizará respetando siempre las indicaciones reflejadas en las correspondientes etiquetas y con las restricciones indicadas en el reglamento, para cada producto y plaga. Otra importante medida es la ***“reducción del área tratada a focos o rodales en tratamientos químicos, siempre que la plaga/enfermedad se encuentre lo suficientemente localizada”***. Asimismo, se recomienda ***“alternar sustancias activas de distintos grupos químicos y mecanismos de acción, no realizando más de dos tratamientos consecutivos con la misma materia activa. No realizar tratamientos fitosanitarios con pistolas”***. En el Plan de Acción Nacional de 2012 en relación con el control de plagas se especifica que a) ***“los productos fitosanitarios aplicados deberán ser tan específicos para el objetivo como sea posible, y deberán tener los menores efectos secundarios para la salud humana, los organismos a los que no se destine y el medio ambiente”*** y que b) ***“los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de productos fitosanitarios y otras formas de intervención a los niveles que sean necesarios, por ejemplo, mediante la reducción de las dosis, de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionadas, teniendo en cuenta que el nivel de riesgo que representan para la vegetación debe ser aceptable y que no incrementan el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos”***.

Desde el punto de vista práctico, es importante resaltar que el éxito de la aplicación del Control Integrado en el olivar no depende simplemente de la cantidad de medidas de lucha empleadas sino de saber seleccionar la combinación mas adecuada de los métodos disponibles. Se deben elaborar estrategias que permitan hacer el mejor uso posible de dichos métodos, utilizados de forma coordinada con los mecanismos naturales de control del ambiente productivo y en el momento apropiado. Además, su aplicación práctica ha de ser fácil y adaptar las distintas estrategias a las diferentes zonas olivareras según su problemática, estructura y

características climatologías. Sin duda será necesario mucha investigación y colaboración entre los distintos sectores (IFAPA, 2011).

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M.A., Nicholls, Cl. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria Editorial, Barcelona.

Alomar, K.O. 2003. Control biológico por conservación y gestión del hábitat. II Congreso Nacional de entomología aplicada. Universidad Católica de Avila, España, pp.101-106.

Arambourg, Y. 1986. Traite d'entomologie oleicole. Ed. Consejo Oleícola Internacional, Madrid.

Alvarado, M., Civantos, M., Durán, J.M. 2008. Plagas. En: El Cultivo del Olivo, Barranco, D., Fernández -Escobar, R., Rallo, L. (Eds.), Mundi Prensa, Madrid, pp.509-593.

Bento, A., Lopes, J., Passo-Carvalho, P., Torres, L. 1999. Biological control of *Prays oleae* (Bern.) by Chrysopids in Trás-os-Montes region (northeastern Portugal). Acta Horticulturae 474, pp. 535-539.

Boccaccio, L., Petacchi, R. 2009. Landscape effects on the complex of *Bactrocera oleae* parasitoids and implications for conventional biological control. Biocontrol 54(5), pp. 607-616.

Bolduc, E., Buddle, C.M., Bostanian, N.J., Vincent, C. 2005. Ground-Dwelling Spider Fauna (Araneae) of Two Vineyards in Southern Quebec. Environmental Entomology 34 (3), pp. 635-645.

Cabanas, J.E., Pereira, J.A., Bento, A.A., Pereira, S., Torres, L. 2003. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* to control the olive moth, *Prays oleae* (Bern.) and side effects on the olive tree arthropofauna. 1st European meeting of the IOBC/WPRS Study Group-Integrated Control in Olives. Chania , pp. 70.

Campos, M. 2011. Las plagas y su manejo en olivar ecológico. En: El olivar ecológico. Junta de Andalucía (Ed.), Mundi-Prensa, pp.155-201.

Campos, M., Castro, J. 2001. Biodiversidad y artropodofauna en el olivar. En: El olivar ecológico, Junta de Andalucía (Ed.), Mundi-Prensa, pp. 251-280.

Cárdenas, M. 2008. Análisis de la actividad ecológica de las arañas en el agroecosistema del olivar. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

- Cirio, U. 1997. Productos agroquímicos e impacto ambiental en olivicultura. *Olivae* 65, pp. 32-39.
- Civantos, M. 1999. Control de Plagas y Enfermedades del Olivar. Consejo Oleícola Internacional (Ed.), Madrid.
- Civantos, L. 2008. La olivicultura en el mundo y en España. En: El cultivo del olivo. Barranco, D., Fernández -Escobar, R., Rallo, L. (Eds.), Mundi Prensa, Madrid, pp. 17-35.
- Corrales, N., Campos, M. 2004. Populations, longevity, mortality and fecundity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae) from olive-orchards with different agricultural management systems. *Chemosphere* 57, pp. 1613-1619.
- Cotes, B., Ruano, F., García, P.A., Pascual, F., Campos, M. 2009. Coccinellid morphospecies as an alternative method for differentiating management regimes in olive orchards. *Ecological Indicators* 9, pp. 548-555.
- Cotes, B., Campos, M., Pascual, F., Ruano, F. 2010. The Ladybeetle Community (Coleoptera: Coccinellidae) in Southern Olive Agroecosystems of Spain. *Environmental Entomology* 39(1), pp. 79-87.
- Crovetti, A. 1996. La defensa fitosanitaria. Desarrollo de metodologías y salvaguarda de la producción y del medio ambiente. En: Enciclopedia Mundial del Olivo, Consejo Oleícola Internacional (Ed.), Madrid.
- Daane, K.M., Caltigirone, E. 1989. Biological control of black scale in olives. *California Agriculture* 43, pp. 9-11.
- Daane, K.M., Jhonson, M.W. 2010. Olive fruit fly. Managing an ancient pest in modern times. *Annual Review of Entomology* 55, pp. 151-169.
- Debach, P., Rosen, D. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press (Ed.), United Kingdom.
- Duarte, J., Campos, M., Guzmán, J.R., Beaufoy, G., Farfan, M. A., Cotes, B., Benítez, E., Vargas, J.M., Muñoz-Cobo, J. 2009. Olivar y biodiversidad. En: Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía. Junta de Andalucía (Ed.), Sevilla.
- Franco-Micán, S., Castro, J., Campos, M. 2010. Preliminary study of the parasitic complex associated with *Dittrichia viscosa* in Andalusia (Spain). *IOBC/wprs Bulletin* 53, pp. 139-143.
- Devine, G.J., Eza, D., Ogusuku, E., Furlong, M.J. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 25(1), pp. 74-100.

- Garrido-Jurado, I., Santiago-Álvarez, C., Campos, M., Quesada-Moraga, E. 2010. Assessing the effect of soil treatments with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin against puparia of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) on soil dwelling non target arthropods. IOBC wprs Bulletin 53, pp. 62-66.
- Gonçalves, F., Herz, A., Torres, L. 2006. Survey of native *Trichogramma*-species (Hymenoptera:Trichogrammatidae) associated with the olive ecosystem in the northeast of Portugal. Melhoramento 41, pp. 139-145.
- Gúzman-Álvarez, J.R., Gómez, J.A., Rallo, L. 2009. El olivar en Andalucía: lecciones para el futuro de un cultivo milenario. En: Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía. Junta de Andalucía (Ed.). Sevilla, pp.:7-19.
- Hegazi, E., Herz, A., Hassan, S.A., Khafagi, W.E., Agamy, E., Zaitun, A., El-Aziz, G.A., Showeil, S., El-Asid, S., Khamis, N. 2007. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. Biological Control 43, pp. 171-187.
- Iannotta, N., Belfiore, T., Brandmayr, P. Noce, M.E., Scalercio, S. 2007. Evaluation of the impact on entomocenosis of active agents allowed in organic olive farming against *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1790). Journal of Environmental Science and Health Part B 42, pp. 783-788.
- IFAPA, 2011. Control de enfermedades plagas en producción integrada de olivar. En: Producción Integrada de Olivar. Junta de Andalucía (Ed.), Sevilla, pp.55-90.
- Jervis, M.A., Kidd, N.A.C., McEwen, P., Campos, M., Lozano, C. 1992. Biological control strategies in olive pest management. BCPC Mono 52, pp. 31-39.
- Jiménez, A., Castillo, E., Lorite, E. 1990. Supervivencia del himenóptero braconídeo *Opius concolor* Szep., parásito de *Dacus oleae* Gmelin en olivares de Jaén. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas 16, pp. 97-103.
- Jorge, S., Bento, A., Torres, L. 2003. Preliminary results on the effects of the creation of vegetation islands with flowering plants on beneficial insects associated with the olive agroecosystem. 1st European meeting of the IOBC/WPRS Study Group-Integrated Control in Olives. Chania , pp. 44.

- Kabourakis, E. 1999. Código de prácticas para los sistemas ecológicos de producción oleícola en Creta. *Olivae* 77, pp. 35-45.
- Katsoyannos, P. 1992. Olive Pests and their Control in the Near East. FAO Plant Protection (Ed.), Rome.
- Konstantopoulou, M. A., Mazomenos, B.E. 2005. Evaluation of *Beauveria bassiana* and *B. brongniartii* strains and four wild-type fungal species against adults of *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata*. *BioControl* 50, pp. 293-305.
- Mahmoud M.F. 2009. Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopilae* and *Lecanicillium lecanii* against adults of olive fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory. *Plant Protect. Science*, 45: 98-102.
- Malavolta, C, y Perdakis, D. 2012. Guidelines for Integrated Production for Olives. IOBC Technical Guidelines III. Bulletin OILB srop, vol. 77.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (1962 a 2004). Anuarios de Estadísticas Agrarias y Agroalimentarias. Madrid.
- Miranda, M.A., Miquel, M., Terrassa, J., Melis, N., Monerris, N. 2008. Parasitism of *Bactrocera oleae* (Diptera:Tephritidae) by *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae) in the Balearic Islands (Spain). *Journal Applied Entomology* 132, pp. 798-805.
- Montiel Bueno, A., Ruiz Torres, M. 2005. Efectos de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas* 31(1), pp. 89-109.
- Montiel Bueno, A., Ruiz Torres, M. 2007. Efecto de los tratamientos-cebo aéreos con spinosad contra Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.; Diptera: Tephritidae) sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas* 33(2), pp. 267-284.
- Moretti, R., Lampazzi, E., Reina, P., Calvitti, M. 2005. On the use of the exotic pupal parasitoid *Fopius arisanus* for the biological control of *Bactrocera oleae* in Italy. 2nd European Meeting of the IOBC/wprs, Study group "Integrated protection on Olive Crops". Florencia (Italia), p.15.
- Morris, T.I., Campos, M., Kidd, N.A.C., Jervis, M.A., Sydmonson, W.O.C. 1999. Dynamic of the predatory arthropod community in Spain olive groves. *Agricultural and Forest Entomology* 1, pp. 219-218.

- Mota, L., Bento, A., Porcel, M., Campos, M., J.A. Pereira, J.A. 2011. The complex of parasitoids associated with *Myopites stilatus* (Fabricius) in flower galls of *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter in three Portuguese olive regions. 5th Meeting of the IOBC/WPRS Working Group "Integrated Protection of Olive Crops", Jerusalem.
- Nicholls, Cl. 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. Agroecología 1, pp. 37-48.
- Pajarón, M. 2007. El Olivar Ecológico. Aprender a observar el olivar y comprender sus procesos vivos para cuidarlo. La Fertilidad de la Tierra, Navarra (Ed.), España.
- Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., González Núñez, M. 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. Journal of Pest Science 83, pp. 121-133.
- Pereira, J.A. 2004. Bioecologia da cochonilha-negra, *Saissetia oleae* (Olivier), na oliveira, em Trás-os-Montes. PhD. Thesis. Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (Portugal).
- Pereira, J.A., Pavao, F., Bento, A. 2007. Effects of different attractants used in Olipe traps for olive fly mass-trapping on beneficial arthropods. 3rd European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group-Integrated Protection of Olive Crops. Bragança (Portugal), p. 93.
- Porcel, M., Ruano, F., Sanllorente, O., Caballero, J.A., Campos, M. 2009. Incidence of the OLIPE mass-trapping on olive non-target arthropods. Spanish Journal of Agricultural Research 7, pp. 660-664.
- Porcel, M., Cotes, B., Campos, M. 2011. Biological and behavioral effects of a kaolin particle film on larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Biological Control 59: 98-105.
- Porcel, M. 2012. Bioecological study of the Chrysopidae family (Insecta: Neuroptera) in olive orchards from a population growth and conservation perspective. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Quesada-Moraga, E., Navas-Cortés, J.A., Maranhao, E.A., Ortiz-Urquiza, A., y Santiago-Álvarez, C. 2007. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and agricultural soils. Mycological Research 111, pp. 947-966.
- Quesada-Moraga, E., Campos-Aranda, M., Santiago-Álvarez, C. 2009. Control de plagas. En: Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía, Junta de Andalucía (Ed.), Sevilla, pp.189-224.

- Quintano, J. 2010. Las umbelíferas, un oasis de vida. La Fertilidad de la Tierra 40, pp. 66-69.
- Redolfi, I., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 1999. Qualitative aspects of myrmecocenosis (Hym., Formicidae) in olive orchards with different agricultural management in Spain. Journal Applied Entomology 123, pp. 621-627.
- Redolfi, I., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 2004. Densidad de nidos de la comunidad de hormigas (Formicidae) en tres olivares con diferente manejo agronómico en Granada, España. Ecología Aplicada 3(1, 2), pp. 73-81.
- Rey, F., Campos, M., Torres, L. 2010. Beneficial arthropods associated with the olive tree canopy in Alentejo (South region of Portugal). IOBC wprs Bulletin 53, pp.117-127.
- Rodríguez, E., González, B., Campos, M. 2009. Effects of cereal cover crops on the main insect pests in Spanish olive orchards. Journal Pest Science 82, pp. 179-185.
- Rodríguez, E., González, B., Campos, M. 2012. Natural enemies associated with cereal cover crops in olive groves. Bulletin of insectology 65(1), pp. 43-49.
- Ruano, F., Lozano, C., Tinaut, A., Peña, A., Pascual, F., García, P., Campos, M. 2001. Impact of pesticides on beneficial arthropod fauna of olive groves. IOBC Bulletin 24 (4), pp. 113-120.
- Ruiz Torres, M., Montiel Bueno, A. 2000. Introducción al conocimiento de la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cualitativos. (I). Boletín Sanidad Vegetal-Plagas 26, pp.129-147.
- Sánchez, J. 2004. La biodiversidad: un componente clave para la sostenibilidad de los agroecosistemas. En: Manual de Olivicultura Ecológica, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba (Ed.), Córdoba.
- Santos, S.A.P. 2007. Actions of predators against the black scale, *Saissetia oleae* (Oliv.) in Trás-os-Montes olive groves. PhD. Thesis. Universidad de Aveiro (Portugal).
- Santos, S.A.P., Cabanas, J.E., Pereira, J.A. 2007. Abundante and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. European Journal of Soil Biology 43, pp. 77-83.
- Sime, K.R., Daane, K.M., Wang, X-G., Johnson, M.W., Messing, R.H. 2008. Evaluation of *Fopius arisanus* as a biological control agent for

- the olive fruit fly in California. *Agricultural and Forest Entomology* 10, pp. 423-431.
- Sirjani, F.O., Lewis, E.E., Kaya, H.K. 2009. Evaluation of entomopathogenic nematodes against the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control* 48, pp. 274-280.
- Tena, A., Soto, A., García-Marí, F. 2008. Parasitoid complexo of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: parasitoid species composition and seasonal trend. *BioControl* 53, pp. 473-487
- Torres, L. 2006. A fauna auxiliar do olival e sua conservação. J. Azevedo (Ed.), *Tras-os-Montes e Beira Interior*.
- Torres, L. 2007. Manual de Protecção Integrada do Olival. J. Azevedo (Ed.), *Tras-os-Montes e Beira Interior*.
- Van Driesche, R.G. y Bellows, T.S. 1996. *Biological Control*. Chapman & Hall (Ed.), London.
- Warlop, F. 2006. Limitation des populations de ravageurs de l'olivier par le recours à la lutte biologique par conservation. *Cahiers Agriculture* 15, pp. 449-455.
- Warlop, F. 2010. Pourquoi et comment propager l'inule visqueuse dans les oliviers?. <<http://picasaweb.google.fr/warlop/inules#>>.
- Yokohama, V.Y., Rendon, P.A., Sivinsk, J. 2008. *Psytalia cf. concolor* (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California. *Environmental Entomology* 37, pp. 764-773.

CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN ESPACIOS VERDES URBANOS

Xavier Pons y Belén Lumbierres

*Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal.
Universitat de Lleida*

INTRODUCCIÓN

Entendemos por espacio verde urbano (EVU) todas aquellas áreas de vegetación, preferentemente de uso público, que se encuentran en las zonas urbanas, ya sean parques, jardines, alineaciones en calles y avenidas, rotondas y medianas en viales, cauces de ríos urbanizados, cementerios, campos de deporte, alrededores de centros sanitarios y escolares, etc., incluso zonas marginales como los solares sin edificar donde crece vegetación espontánea.

Los espacios verdes no sólo mejoran la estética de las ciudades y favorecen el ocio, también mejoran la calidad del aire, actúan como cortavientos y filtro de polvo, reducen el impacto acústico y ayudan a regular la temperatura y la humedad relativa, aportando bienestar y haciendo las ciudades más habitables. Suponen, además, una riqueza natural que ofrece la posibilidad a los ciudadanos de estar en contacto e interactuar con la naturaleza.

La vegetación de los EVU se halla en un medio inhóspito: suelos de poca calidad con ciclos de nutrientes incompletos, condiciones de irrigación deficientes, contaminación elevada, predominancia de pavimento y asfalto, etc. A las dificultades de crecimiento que suponen las características propias del paisaje urbano, hay que añadir el hecho de que una buena proporción de las especies vegetales utilizadas son de origen exótico, lo que dificulta aún más su adaptación. Todo ello supone que la vegetación esté sometida a unas condiciones de estrés que la debilita y la hace muy susceptible de sufrir el ataque de organismos que pueden convertirse en plagas.

El ataque de las plagas ocasiona daños a la vegetación y estos daños se pueden clasificar de distintas maneras. Un primer criterio es distinguir entre daños directos e indirectos. Los daños directos hacen referencia a los causados por los procesos propios de alimentación, puesta o excreción de las especies plaga. Los daños indirectos se refieren a la

transmisión de enfermedades o a las molestias que pueden causar los propios artrópodos o sus productos a los ciudadanos. Otra manera de clasificar los daños producidos por las plagas en los EVU es distinguirlos entre daños económicos, monumentales, estéticos, funcionales o de confort. Los daños de tipo económico y monumental consideran la pérdida de valor que el ataque de la plaga supone a la vegetación, de una manera idéntica al concepto de pérdida económica usada en agricultura, o bien considerando el valor monumental de ciertos ejemplares. Los daños estéticos tienen en cuenta la pérdida de valor estético y los daños funcionales la pérdida de funcionalidad. Finalmente, los daños de confort son aquellos que afectan el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos, por ejemplo las molestias que pueden ocasionarles la caída de melaza de los árboles.

A pesar de que distintos grupos de animales pueden ser considerados plaga, en la inmensa mayoría de los casos éstas incluyen artrópodos, principalmente insectos y ácaros. En la Figura 1 se muestra la frecuencia relativa de los principales grupos de plagas registrados en EVUs en Cataluña. En ella se puede observar que la mayor parte de los problemas están ocasionados por pulgones, seguidos por las cochinillas, otros homópteros y los ácaros. Lo cual no significa que sean los que causan daños más graves, puesto que hay plagas de otros grupos taxonómicos que, a pesar de ser menos frecuentes, pueden ocasionar daños importantes, como son el tigre del plátano (heteróptero), la galeruca del olmo o el picudo rojo de las palmeras, ambos pertenecientes al orden de los coleópteros.

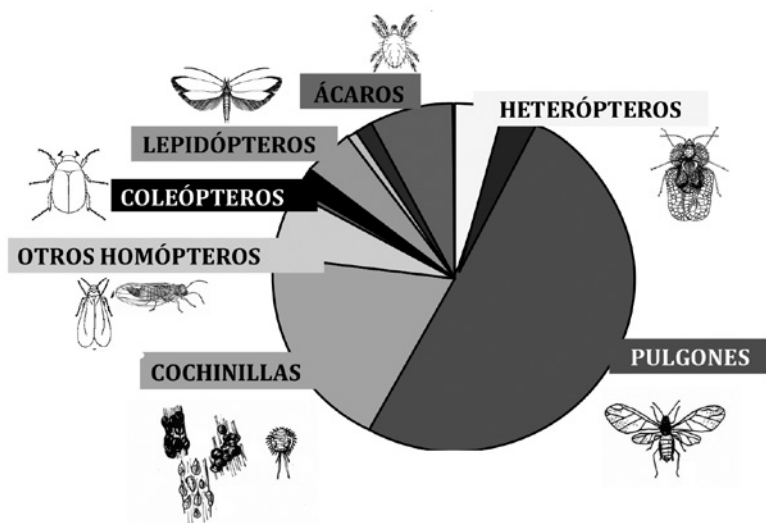


Figura 1: Frecuencia relativa de los principales grupos de plagas registrados en espacios verdes urbanos en Cataluña (fuente: Pons *et al.*, 2006a).

Aunque la mayoría de las plagas de los EVU raramente llegan a causar la muerte de las plantas, cada año se invierte una cantidad importante de recursos económicos para su control. Hasta hace bien poco la manera habitual de combatir las plagas ha sido el uso de plaguicidas químicos, muchas veces siguiendo un calendario preestablecido. Esta situación ha ido cambiando en los últimos años, aunque los plaguicidas siguen siendo el método de control más generalizado, dado su coste y efectividad a corto plazo y a su facilidad de aplicación. Sin embargo, los plaguicidas comportan una serie de problemas asociados como son los efectos en la salud de la población, la contaminación del aire y del agua, el desarrollo de resistencias y el efecto perjudicial para la fauna auxiliar que desencadena un desequilibrio ecológico. Además, el control con plaguicidas es a la larga un método caro y poco sostenible. La creciente concienciación ciudadana que se ha desarrollado en los últimos años respecto a la salud pública y medioambiental de la ciudad, y los problemas que el uso generalizado de plaguicidas supone, ha forzado a buscar estrategias de control alternativas más racionales y sostenibles. A todo ello hay que añadir la legislación actual (Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre y Directiva 2009/128/CE), que obliga a un uso sostenible de los plaguicidas y fomenta el control integrado de plagas, dando prioridad a métodos no químicos y, especialmente, al control biológico.

En la aplicación del control integrado de plagas (CIP) en EVU deben intervenir todos los elementos que forman el sistema: los productores que planean, diseñan y construyen los EVU, los gestores y cuidadores, que son los que se encargan del su manejo y mantenimiento y, finalmente, los usuarios últimos de estos espacios. El CIP es una estrategia de control que consiste en integrar todas las técnicas disponibles (genéticas, culturales, biológicas, etc. y en último lugar la lucha química) con el fin de mantener las plagas por debajo de los umbrales de daño, poniendo especial énfasis en el uso consciente de los factores de control natural. Por tanto, uno de los pilares del CIP es el control biológico, que consiste en el uso de enemigos naturales (depredadores, parasitoides y patógenos) para mantener las plagas en niveles tolerables. El control biológico propiamente dicho se refiere al uso de depredadores y parasitoides, mientras que en el control microbiano se emplean microorganismos patógenos de las plagas.

CONDICIONANTES EN LA APLICACIÓN DEL CIP EN ESPACIOS VERDES URBANOS

La aplicación del CIP en EVU no es fácil dada la complejidad de estos ecosistemas. Se debe tener en cuenta que los EVU tienen unas características muy distintas a los ecosistemas agrícolas. El ecosistema urbano es más complejo y en él intervienen más elementos, con lo cual la

aplicación del CIP es también más compleja. Entre los principales condicionantes de su aplicación se incluyen factores de diseño, de entorno o medioambientales, de cultivo y de manejo, biológicos, de valoración de daños, sociales y antrópicos, económicos y técnicos.

La problemática en la implementación del CIP en EVU comienza ya en la fase de **diseño**. Muchos problemas de plagas podrían evitarse simplemente seleccionando especies o variedades adaptadas al lugar y a la función del EVU y, en lo posible, resistentes al ataque de plagas. El exotismo de las especies o variedades seleccionadas en el diseño de muchos EVU es una característica que dificulta el control, debido a que, en general, se dispone de poca información sobre su adaptación a la zona y sobre su respuesta al ataque de plagas.

Las características del **entorno o medioambientales** condicionan también la implementación del CIP. Como se ha comentado anteriormente, las condiciones de crecimiento de la vegetación en los EVU no suelen ser demasiado favorables. Por ejemplo, la plantación de árboles a pocos metros de edificios o, en las alineaciones, el frecuente confinamiento de árboles en espacios pequeños (generalmente alcorques), rodeados de asfalto y conducciones de agua y/o electricidad, dificulta su crecimiento y desarrollo. Además, el tipo y la calidad del suelo (profundidad, infiltración, etc.) no siempre es la más adecuada. Por otro lado, las condiciones de temperatura y humedad relativa que se dan en las zonas urbanas son más extremas que en las zonas no urbanizadas. En general, la temperatura es más alta y la humedad relativa menor. A todo esto hay que añadir que las plantas crecen en un ambiente con una importante contaminación atmosférica (metales pesados, ozono, anhídrido sulfuroso, etc.).

Un aspecto clave para paliar los condicionantes medioambientales es llevar a cabo un **manejo** apropiado, de manera que las plantas estén en buenas condiciones de crecimiento, bajar el estrés al que están sometidas, para disminuir la probabilidad de que sufran el ataque de plagas y para que se recuperen lo más rápidamente posible de los daños sufridos. Por tanto, las **técnicas de cultivo** y el manejo de las mismas también van a condicionar el estado sanitario de los EVU. El riego (tanto la cantidad como la calidad del agua), la poda (determinando la formación y el porte) y el abonado (equilibrio de nutrientes) no sólo intervendrán en el crecimiento y desarrollo del árbol sino también en la probabilidad de sufrir ataques de plagas y en el éxito de las medidas de control que se tomen.

Otro de los condicionantes a tener en cuenta es que se requiere un buen conocimiento de la **biología** de las plagas. Es fundamental identificar de manera precisa la plaga, llegando a nivel de especie o, al menos, a nivel de género. Hay que tener en cuenta que especies diferentes,

aunque sean próximas, pueden variar sustancialmente en la biología, fenología, comportamiento, las plantas que atacan o aquellas donde pueden pasar parte de su ciclo biológico, los daños que ocasionan y en las especies de enemigos naturales que se pueden utilizar para su control. Una correcta identificación permitirá establecer cuáles son las plagas clave en una zona determinada y cuál es la estrategia de control más adecuada. Una identificación mal hecha puede conducir al fracaso absoluto de la medida de control que se tome y, en consecuencia, del programa de control integrado efectuado.

La **valoración de los daños** que producen las plagas es otro de los condicionantes a considerar. La relación entre la cantidad de plaga y la pérdida de valor del EVU es muy variable e imprecisa y se puede enfocar de diversas maneras, no sólo desde un punto de vista económico, como se hace en agricultura, donde en muchos casos está bien definida la relación entre la cantidad de plaga, los daños ocasionados y la pérdida del valor de la cosecha. Este tipo de enfoque, que da una evaluación objetiva de la pérdida, es de muy difícil aplicación en EVU y la cantidad de daño suele ser valorada en términos de pérdida de estética, de funcionalidad, de monumentalidad o de confort, donde interviene de forma activa el factor humano, de acuerdo a la susceptibilidad o tolerancia al daño y, por tanto, es una valoración subjetiva. De cualquier manera, los umbrales de tolerancia o intervención deben ser definidos y deberá tenerse en cuenta que variarán según sea el tipo de espacio, su localización, su uso y, también, según el tipo de usuario. Así, por ejemplo, la cantidad de un insecto productor de melaza que se podría tolerar en los árboles de una calle debajo de los cuales aparcaran coches o hubiera la terraza de un bar sería diferente de la que se podría tolerar si los mismos árboles estuvieran en un parque, sobre césped o en una zona poco transitada.

Los **factores sociales y antrópicos** también deben tenerse en cuenta, sobre todo la opinión pública. La aplicación del CIP se ve favorecida por la creciente concienciación ecológica y la presión ejercida por disminuir la exposición del medioambiente y, en consecuencia de los ciudadanos, a los contaminantes. Sin embargo, sigue existiendo un profundo desconocimiento sobre qué es un EVU y en qué consiste el CIP. En su gran mayoría la ciudadanía sigue creyendo que los EVU deben estar "limpios de bichos". Por tanto, un aspecto clave para superar este condicionante es educar a los ciudadanos con el fin de cambiar su percepción y su grado de tolerancia. Se les debe hacer entender que en los EVU no sólo viven las plantas sino que hay otros organismos que habitan en ellos, que no necesariamente son perjudiciales sino que pueden ser beneficiosos y que interaccionan entre sí: plagas y enemigos naturales. Además deben aprender a percibir que es necesario tolerar una cierta densidad de plaga para que los enemigos naturales se puedan mantener

en el medio y no se marchen a otros lugares. Por otro lado las acciones vandálicas sobre la vegetación (rotura de ramas, heridas en la corteza, etc.) pueden favorecer las condiciones de estrés e interferir en el desarrollo de las acciones de control (robo o manipulación de trampas, destrucción de refugios de enemigos naturales, etc.).

El **coste económico** inicial que supone la aplicación de las técnicas del CIP es otro condicionante destacado ya que, de entrada, resulta más elevado que el del control químico tradicional. Los plaguicidas son efectivos, fáciles de aplicar y relativamente baratos a corto plazo. Sin embargo, las consecuencias que tienen sobre el medio ambiente suponen un coste a largo plazo que no se tiene en consideración. En cambio, el CIP requiere de un nivel de conocimiento del que muchas veces se carece y cuya obtención supone la inversión de recursos en investigación, desarrollo y transferencia de tecnología. Sin embargo esta inversión inicial en recursos permite la aplicación de un método más sostenible que resulta económicamente competitivo a medio y largo plazo.

Los últimos condicionantes de los que se tratará son los **técnicos**. Es evidente que el nivel de información y conocimiento que se requiere para aplicar el control integrado de plagas hace necesaria la formación técnica del personal involucrado. Además de identificar las plagas, los técnicos gestores de los EVU deberán ser capaces también de distinguir los enemigos naturales presentes en cualquiera de los estados en los que puedan ejercer una acción de control sobre las plagas. Esta necesaria identificación se deberá ver complementada con el conocimiento básico de la biología del enemigo natural y de las relaciones que establece con las plagas. Además de saber identificar las plagas y los enemigos naturales relacionados y establecer umbrales de tolerancia, es indispensable realizar un seguimiento periódico de la plaga, tanto para ver su evolución y prever las posibles actuaciones, como también para evaluar el éxito de las medidas de control aplicadas. Por tanto, el muestreo es una pieza fundamental en la aplicación del control integrado en los EVU. Es necesario adaptar el tipo de muestreo a la especie vegetal y a cada plaga en concreto y se necesita saber cómo, cuándo y con qué periodicidad realizarlo. Otro elemento técnico indispensable es saber qué técnicas de control están disponibles para cada plaga. Antes de proceder a la plantación de un EVU se debería saber si existen variedades resistentes de especies que cumplan con las funciones requeridas; una vez el EVU está creado se debe evaluar si las técnicas culturales (poda, destrucción de material de poda, abonado, riego, etc.) pueden ayudar a resolver el problema, si es posible la utilización con eficacia de métodos específicos de control como el uso de feromonas (en trampeo masivo o confusión sexual) o el control biológico. Finalmente, el control químico se debe utilizar como último recurso, conociendo los productos que la legislación vigente autoriza (ver

<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura>) para su uso en EVU y las repercusiones que su empleo conlleva.

APLICACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO EN ESPACIOS VERDES URBANOS

Como se ha dicho anteriormente, el CIP pone énfasis en el uso consciente de los factores de control natural, más concretamente en el control biológico (CB). El CB es una técnica que consiste en el manejo de los enemigos naturales para mantener una plaga por debajo de los umbrales de daño tolerables. Existen diversos tipos de control biológico (van Lenteren, 2012): el control biológico *natural*, el de *conservación*, el de *inoculación* y el *aumentativo*. El control biológico natural se refiere a la reducción de las poblaciones de plagas por sus enemigos naturales, que tiene lugar sin ninguna intervención humana, se viene produciendo desde la evolución de los primeros ecosistemas terrestres y, en términos económicos, es la mayor contribución del control biológico a la agricultura. El control biológico de conservación consiste en proteger y favorecer a los enemigos naturales, para lo que se requiere la intervención humana. En el control biológico por inoculación, los enemigos naturales se recolectan habitualmente en su lugar de origen y se liberan a nuevas áreas donde la plaga ha sido introducida. Este fue el primer tipo de control biológico practicado y por ello se conoce también con el nombre de control biológico clásico. Mediante este sistema se espera que el enemigo natural introducido artificialmente se establezca en el ecosistema receptor y que su descendencia sea capaz de reducir la población de plaga. En el control biológico aumentativo, también llamado de inundación, los enemigos naturales se crían en masa en laboratorios especializados (o biofactorías) para su liberación en grandes cantidades con la finalidad de obtener un rápido control de la plaga. El control biológico aumentativo es a menudo una actividad comercial desarrollada por empresas especializadas o, en menor grado, por el estado.

Recientemente en España se ha puesto en práctica el control biológico de plagas en EVU. La estrategia principalmente usada ha sido la aumentativa mediante la liberación, de manera puntual o periódica, de enemigos naturales (depredadores y parasitoides) criados en biofactorías. La estrategia se ha desarrollado a imagen de la utilizada en cultivos hortícolas, la cual está dando excelentes resultados en muchas de las zonas productoras de hortalizas. Sin embargo, la traslación sin más de la estrategia a los espacios verdes de las ciudades presenta serias dificultades que ponen en cuestión su éxito. En primer lugar, las plantas hortícolas son de porte herbáceo, mientras que la vegetación de los EVU suele ser arbórea o arbustiva, con una arquitectura muy diferente, que puede condicionar la instalación de los fitófagos y de sus enemigos naturales. En segundo lugar,

existe un desconocimiento importante de cuál es la fauna de herbívoros que causan daños a la vegetación en los espacios verdes (hay muchas especies diferentes, muchas veces específicas de ciertas plantas y muy diferentes de las que afectan a los cultivos hortícolas). En tercer lugar, no se conocen suficientemente las relaciones de las especies plaga con sus enemigos naturales y este factor es muy importante de cara a la posible efectividad del enemigo natural liberado (por ejemplo, los parasitoides de pulgones no parasitan a cualquier especie de pulgón). Por último, las condiciones de cultivo de las plantas hortícolas (a menudo en invernadero, con una alta densidad de la misma especie en un área determinada) contrastan con las condiciones en que crecen las plantas de los espacios verdes (aire libre, variabilidad de especies, baja densidad de plantas, etc.). Por tanto, se requiere una revisión del modelo y una adaptación de la metodología a las condiciones de la vegetación en los espacios urbanos.

Una estrategia distinta a la anterior es el control biológico por conservación (CBC). Con ella se pretende aprovechar y favorecer la acción de depredadores y parasitoides ya establecidos en los EVU. Tiene la ventaja de que estos enemigos naturales ya están adaptados al medio y son compatibles con las plagas que se pretenden controlar. Entre las técnicas que favorecen el CBC, además de la disminución del uso de plaguicidas, se encuentran la diversificación del hábitat, el establecimiento de plantas refugio, la instalación de plantas que proporcionan alimento (polen, néctar, semillas), el uso de plantas banco para aumentar la densidad de determinados enemigos naturales, el uso de atrayentes, etc.

Las dos estrategias de CB descritas no son contrapuestas y pueden ser perfectamente compatibles. Su implementación, no obstante, requiere un elevado grado de conocimiento del ecosistema urbano y de las relaciones entre plagas y enemigos naturales. Es fundamental conocer cómo interacciona la fauna beneficiosa con las especies plagas asociadas y su eficacia para controlarlas. A estos dos modelos de control biológico descritos se puede integrar también el control microbiano con patógenos, cuyo potencial en EVU parece elevado, especialmente la utilización de bacterias entomopatógenas como el *Bacillus thuringiensis*, hongos (Dembilio *et al.*, 2010) o bioinsecticidas a base de nematodos (Galeano, 2009; Dembilio *et al.*, 2009).

En resumen, el control integrado de plagas en EVU tiene grandes posibilidades de desarrollo, no sólo por la demanda creciente por parte de los ciudadanos de metodologías más respetuosas con el medio ambiente, sino por las exigencias del marco legislativo actual. Sin embargo, la implementación del control integrado requiere unos conocimientos específicos de los que actualmente se carece y para ello es necesario invertir en recursos temporales y materiales. El trabajo de equipos de investigación,

la formación adecuada de asesores, técnicos y gestores de los espacios verdes y el cambio en la percepción y el nivel de tolerancia de los ciudadanos se hacen imprescindibles para que el control integrado pueda tener éxito en el mantenimiento de las plagas de los EVU por debajo de los umbrales de daño tolerables.

¿QUÉ SE HA HECHO Y QUÉ SE ESTÁ HACIENDO DESDE EL GRUPO DE CONTROL DE PLAGAS DE EVU DE LA UNIVERSIDAD DE LLEIDA?

El grupo de Control de Plagas de EVU del Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal de la Universidad de Lleida viene trabajando en aspectos relacionados con el control de plagas en estos ambientes desde 1998. Durante este período se han desarrollado diversos proyectos con administraciones públicas y empresas privadas con el fin de obtener información básica y aplicada sobre plagas, enemigos naturales, métodos de muestreo, desarrollo de herramientas para la toma de decisiones y mejora en la aplicación del control biológico. A continuación se describen brevemente algunos de los resultados obtenidos más significativos.

1) Identificación de especies: plagas y enemigos naturales

Los estudios llevados a cabo en diversas localidades de Cataluña han servido para identificar algunas de las principales asociaciones planta-plaga que suelen ocasionar problemas, las llamadas asociaciones "planta-plaga claves". Las asociaciones clave determinadas han sido los pulgones en diversas especies de plantas (ver Tabla 1), las cochinillas también en diversas especies de plantas (*Pseudaulacaspis pentagona*, *Palaeococcus fuscipennis*, *Parthenolecanium corni*, etc.), el tigre del plátano (*Corythuca ciliata*), la oruga perforadora del chopo (*Paranthrene tabaniformis*), la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) y los ácaros del tilo (*Eotetranychus tiliarum*) (Pons *et al.*, 2006a). Otros problemas muy importantes en otras áreas, como el picudo rojo (*Rynchophorus ferrugineus*) o la oruga barrenadora (*Paysandisia archon*) de las palmeras, no se han registrado en las zonas donde se han llevado a cabo los estudios. También cabe destacar la detección por primera vez en España por nuestro grupo del flátido *Metcalfa pruinosa*, cuyos daños por secreción de melaza son muy espectaculares en muchos árboles, arbustos e incluso plantas herbáceas (Pons *et al.*, 2002).

Otro aspecto en el cual se ha trabajado es la identificación de enemigos naturales, especialmente de pulgones, y su relación con las principales asociaciones planta-pulgón. En Cataluña se ha registrado la presencia de más de 20 especies de depredadores y de 27 especies de parasitoides de pulgones de los EVU (algunos de los cuales se recogen en las Tablas 2

y 3). Las especies de enemigos naturales más comunes en los ambientes urbanos pueden consultarse en las Guías de identificación de enemigos naturales editadas por el Departamento de Agricultura de la Generalitat de Cataluña, que incluye un capítulo dedicado a los espacios verdes urbanos (Pons y Lumbierres, 2010a).

2) Estudio de la biología de especies plaga

Como se ha dicho anteriormente el estudio de la biología de las especies plaga es fundamental para poder realizar un control adecuado. En este campo se han desarrollado, entre otros, estudios sobre la biología de diversas especies de pulgones, de la metcalfa, del margaródido de los pinos (*P. fuscipennis*), del cecidómido de la encina (*Dryomyia lichtensteni*) y de la oruga perforadora del chopo (*P. tabaniformis*) (Eizaguirre et al., 2002; López et al., 2004; Lumbierres et al., 2004; Pérez-Hidalgo et al., 2008; Pons y Lumbierres 2009, 2010b; Pons et al., 2002).

Tabla 1: Relación de plantas-pulgón clave registradas en diversos espacios verdes urbanos (fuente: Lumbierres et al., 2005; Pons y Lumbierres, 2009, 2010b).

Planta	Pulgón
<i>Acer campestre</i>	<i>Periphyllus hirticornis</i> <i>cccsspssp.hirticornis</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Drepanosiphum oregonensis</i>
<i>Catalpa bignonioides</i>	<i>Aphis gossypii</i>
<i>Cedrus</i> spp.	<i>Cinara cedri</i>
<i>Hedera helix</i>	<i>Aphis hederæ</i>
<i>Hibiscus syriacus</i>	<i>Aphis gossypii</i>
<i>Juglans nigra</i>	<i>Monelliopsis caryæ</i>
<i>Lagerstroemia indica</i>	<i>Tinocallis kahawaluokalani</i>
<i>Nerium oleander</i>	<i>Aphis nerii</i> , <i>Aphis fabae</i>
<i>Pittosporum tobira</i>	<i>Aphis fabae</i>
<i>Populus</i> spp.	<i>Chaitophorus populeti</i> , <i>Chaitophorus populiabae</i>
<i>Prunus pisardii</i>	<i>Phorodon humuli</i>
<i>Punica granatum</i>	<i>Aphis gossypii</i>
<i>Pyracantha coccinea</i>	<i>Aphis spiraeicola</i>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Hoplocallis pictus</i> , <i>Thelaxes suberi</i> <i>Tuberculatus (Tuberculoidea) eggleri</i>
<i>Quercus rubra</i>	<i>Myzocallis walshii</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Aphis craccivora</i> , <i>Appendiseta robiniae</i>
<i>Rosa</i> sp.	<i>Macrosiphum rosae</i> , <i>Wahlgreniella nervata</i>
<i>Spartium junceum</i>	<i>Aphis craccivora</i>

Planta	Pulgón
<i>Tilia</i> spp.	<i>Eucallipterus tiliae</i>
<i>Ulmus</i> spp.	<i>Tinocallis saltans</i> , <i>Tinocallis</i> (T.) <i>takachihoensis</i>

3) Establecimiento de metodologías de muestreo

Se han establecido métodos sencillos y fiables para el seguimiento de determinados insectos, desde el recuento visual hasta el uso de trampas de diversa índole (Figura 2). Se ha estado trabajando en el desarrollo de metodologías simples para el seguimiento de las poblaciones de metcalfa, del tigre del plátano, de barrenadores de la madera en chopos y otros árboles, de margaródidos en pinos, de cochinillas en cipreses y de ácaros en el tilo. También se han desarrollado metodologías para el seguimiento de enemigos naturales. Sin embargo, en el ámbito que más se ha trabajado y en el que se tiene mayor cantidad de resultados ha sido en el muestreo de pulgones. Algunos de los resultados más relevantes se pueden consultar en Lumbierres *et al.* (2004) y Pons *et al.* (2006a y 2006b).

Tabla 2: Relación de las especies y géneros de depredadores registrados en los espacios verdes urbanos en Cataluña (fuente: Lumbierres *et al.*, 2005).

Clase	Orden	Familia	Especie o Género
Insecta	Heteroptera	Anthoridae	<i>Anthocoris</i> sp. <i>Orius</i> sp.
		Miridae	<i>Daraeocoris</i> sp. <i>Pilophorus perplexus</i>
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>
	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia decempunctata</i> <i>Chilocorus bipustulatus</i> <i>Coccinella 7-punctata</i> <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> <i>Hippodamia variegata</i> <i>Hyperaspis reppensis</i> <i>Myrrha octodecimguttata</i> <i>Oenopia conglobata</i> <i>Propylea 14-punctata</i> <i>Rodolia cardinalis</i> <i>Scymnus</i> sp. <i>Stethorus punctillum</i>
		Cantharidae	<i>Ragonycha</i> sp.
	Diptera	Cecidomyiidae	<i>Aphidoletes aphidimiza</i>
		Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> <i>Sphaerophoria scripta</i>
	Araneae		sin identificar
Arachnida	Acari	Trombididae	<i>Allothrombium</i> sp.
		Phytoseiidae	<i>Typhlodromus</i> sp.

La estimación de la densidad de pulgones es un proceso en general difícil y pesado que se ha basado en el recuento directo o en el uso de tarjetas de papel hidrosensible (Dreistadt y Dahlsten, 1988; Chauvel, 2001). El recuento directo de los individuos que hay en una unidad muestral seleccionada supone un trabajo lento y muy tedioso, impracticable en el día a día de los técnicos responsables del control de plagas. El uso de tarjetas de papel hidrosensible supone una alternativa al recuento visual. Puesto que el daño más generalizado producido por los pulgones es la excreción de melaza, la cantidad que cae sobre las tarjetas es un indicativo del nivel de daño que causan los pulgones (Figura 3). Este método es menos pesado y más rápido, sin embargo tiene también inconvenientes, como el precio de las tarjetas, los problemas logísticos de instalación y recolección en un tiempo determinado, la poca fiabilidad en condiciones de lluvia y viento, etc.

Para solventar los inconvenientes del muestreo de pulgones nuestro grupo ha desarrollado una nueva metodología de evaluación mediante la estimación de su población a través de una escala de abundancia, en la que se establecen cinco clases distintas (Tabla 4). El uso de esta escala es simple, sólo requiere un cierto entrenamiento y la adaptación a cada asociación planta-pulgón, y permite una evaluación inmediata.

Tabla 3: Relación de las especies y géneros de parasitoides de pulgones registrados en los espacios verdes urbanos en Cataluña (fuente: Lumbierres *et al.*, 2005).

Superfamilia	Familia	Especie o Género
Ichneumonoidea	Braconidae (Aphidiinae)	<i>Adialytus salicaphis</i> <i>Adialytus thelaxis</i> <i>Aphidius colemani</i> <i>Aphidius matricariae</i> <i>Aphidius salicis</i> <i>Binodoxys acalephae</i> <i>Binodoxys angelicae</i> <i>Binodoxys heraclei</i> <i>Diaeretiella rapae</i> <i>Diaeretus leucopterus</i> <i>Ephedrus chaitophori</i> <i>Ephedrus persicae</i> <i>Euaphidius cingulatus</i> <i>Lysiphlebus fabarum</i> <i>Lysiphlebus testaceipes</i> <i>Pauesia</i> sp. <i>Praon volucre</i> <i>Trioxys curvicaudus</i> <i>Trioxys pallidus</i>
Chalcidoidea	Aphelinidae	<i>Aphelinus</i> sp.



Figura 2: Algunos de los métodos de muestreo utilizados para el seguimiento de poblaciones de plagas y enemigos naturales en los espacios verdes urbanos.

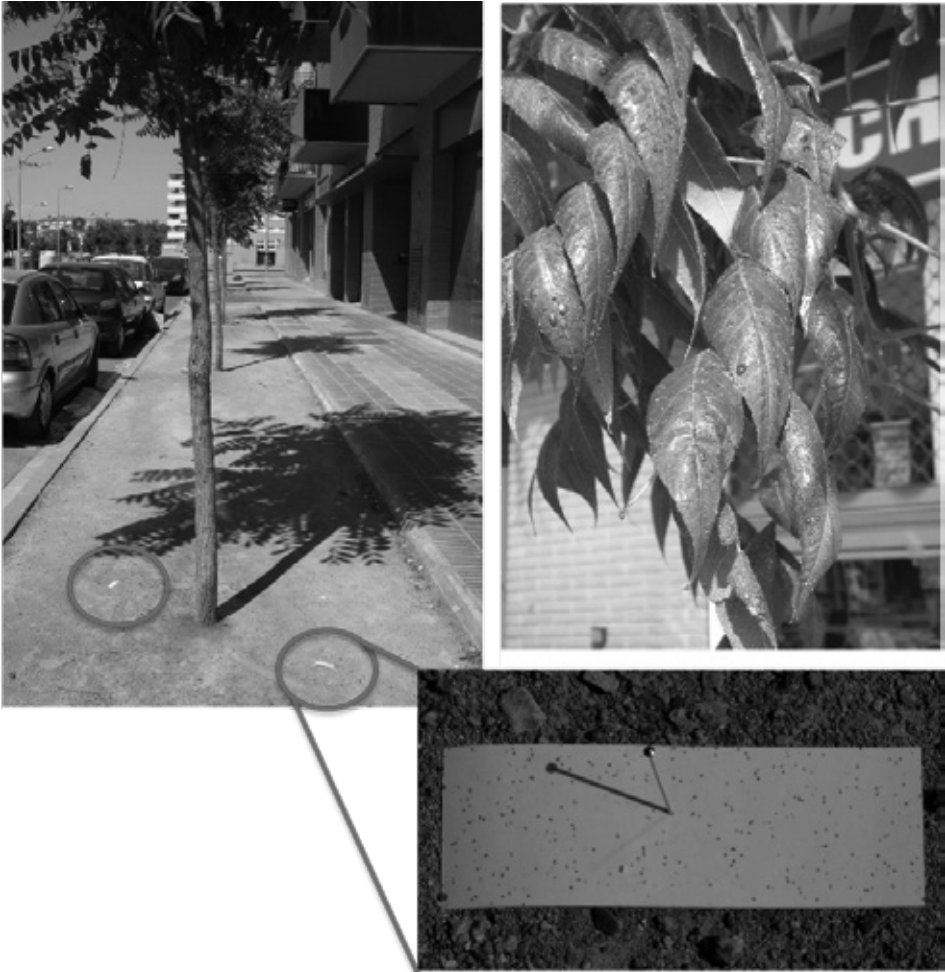


Figura 3: Uso de tarjetas de papel hidrosensible para la estimación de la cantidad de melaza excretada por el pulgón *Monelliopsis caryae* en *Juglans nigra*.

Tabla 4: Escala de abundancia utilizada para la cuantificación de la presencia de pulgones en la unidad de muestreo (Lumbierres *et al.*, 2004).

Clase	Descripción
0	Sin pulgones en la muestra
1	Presencia de pulgones aislados
2	Colonias pequeñas
3	Colonias medianas o grandes
4	Colonias muy grandes

4) Desarrollo de herramientas para la toma de decisiones

Tal como se apuntaba en el párrafo anterior en el caso de los pulgones, la posibilidad de predecir la cantidad de daño a partir de una simple estimación de la abundancia, facilita en gran medida la toma de decisiones de control. Sin embargo, tal y como se señaló en la descripción de los condicionantes relacionados con la estimación del daño, los umbrales de intervención en EVU pueden variar enormemente según el lugar y el uso al que se destine el espacio. Obtener curvas que relacionen la abundancia de un insecto con los daños que causa permite saber qué cantidad de plaga se puede tolerar. En la Figura 4 se puede observar cómo el umbral de tolerancia o intervención variará (C o D) en función de la cantidad de daño que pueda admitirse (A o B) en un EVU determinado.

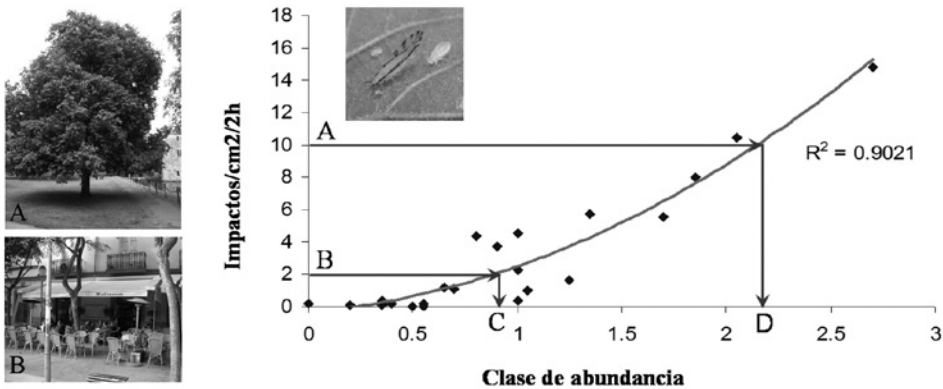


Figura 4: Relación entre la abundancia del pulgón del tilo *Eucallipterus tiliae* estimada con la escala de abundancia y la cantidad de melaza producida. Las flechas indican los umbrales de tolerancia (C, D) en función del nivel de daño admitido (A, B) (fuente: Lum-bierres *et al.*, 2004).

5) Análisis y mejora de las metodologías de aplicación del control biológico aumentativo

A pesar de que este tipo de control biológico está en auge en los últimos tiempos, con diversas empresas que comercializan un número considerable de especies de agentes beneficiosos (depredadores, parasitoides y patógenos) para su liberación en EVU, existe todavía una notable falta de experiencia práctica. Esto trae consigo preguntas sobre la liberación de estos agentes de las cuales todavía no se tiene una respuesta convincente. Por este motivo el año 2011, en colaboración con la empresa OpenNatur y a través del programa UdL-Impuls, se inició un proyecto para la mejora de la aplicación del CB de plagas en los EVU en

la ciudad de Lleida. Con este trabajo se pretende dar respuestas más precisas a preguntas como ¿qué liberar?, ¿cómo liberar? o ¿cuándo hacerlo?

6) Actuaciones en el Arborétum de Lleida

El arborétum Pius Font i Quer de Lleida es un jardín botánico de 7 ha de reciente creación, caracterizado por la plantación de especies arbóreas y arbustivas de distintos biomas de la Tierra. La presencia de más de medio millar de especies, la mayoría de las cuales no son autóctonas y se están adaptando a las condiciones bioclimáticas del entorno, hace que el arborétum sea un foco potencial para la aparición y desarrollo de plagas. Desde 2011 se lleva a cabo una labor de detección, seguimiento y manejo de plagas bajo los principios del control integrado. Se procede a la inspección visual periódica de la vegetación para detectar plagas potenciales y crear un registro de incidencias (Figura 5). Se fomenta la presencia y acción de los enemigos naturales y en caso de necesidad se procede a la aplicación de metodologías como la confusión sexual con feromonas o de tratamientos individualizados con productos autorizados y respetuosos con los enemigos naturales (por ejemplo, insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* o *Beauveria bassiana*, jabones insecticidas, etc.).



Figura 5: Inspección visual de la vegetación y vista parcial del Arborétum Pius Font i Quer de Lleida.

7) Control biológico de conservación

La presencia y diversidad de depredadores y parasitoides que están establecidos de manera natural en los EVU de Lleida, hace que el control biológico de conservación tenga un gran potencial en el control de plagas. Y es en este ámbito donde en la actualidad se están dirigiendo más recursos. El trabajo que se lleva a cabo pretende: (1) determinar el potencial de diversos enemigos naturales establecidos para su futuro uso como agentes de control; (2) evaluar técnicas de manejo del entorno urbano (aportación de alimento y refugio adicional para atraer y mantener

a los enemigos naturales en determinadas áreas) (Figura 6); y (3) desarrollar sistemas de plantas banco adaptados a las especies y condiciones de los espacios urbanos.



Figura 6: Cartel informativo y parcela experimental en la que se evalúa el efecto de las plantas con flor en la atracción de enemigos naturales para controlar las plagas.

CONSIDERACIONES FINALES

A modo de resumen y conclusión de esta ponencia cabe remarcar que la gestión integrada de plagas en EVU debe estar basada en aspectos fundamentales como:

- 1) El mantenimiento de la vegetación en buen estado, que incluye desde la elección de la especie o la variedad más idónea hasta la correcta aplicación de las prácticas agronómicas.
- 2) La identificación y el seguimiento. Es esencial hacer una identificación precisa de los elementos del sistema (plagas y enemigos naturales), así como realizar un seguimiento periódico para saber cómo evoluciona la plaga, lo que requiere tener métodos de muestreo fiables y fáciles de utilizar.
- 3) La formación de personal técnico. Es indispensable formar al personal implicado en la gestión de plagas. Además el Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, que traspone la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo, establece la figura de un asesor en gestión integrada de plagas que deberá aconsejar y asistir a los productores en las decisiones de control. En este sentido es muy importante que en los grados de ingeniería agraria se imparta una adecuada formación en protección integrada de plagas. En la Universidad de Lleida, el máster de Protección Integrada de

Cultivos es una excelente herramienta para la formación posterior de especialistas en control integrado. Sin embargo, el conocimiento adquirido en la formación académica debe ser actualizado mediante cursos de formación y reciclaje, necesarios dado la gran variabilidad de agentes causales de plagas que se dan en los EVU.

- 4) El establecimiento de umbrales de intervención. Aunque no es un tema fácil, es necesario determinar estos umbrales teniendo en cuenta las particularidades de la ubicación del EVU y de su uso.
- 5) El fomento de la acción de los enemigos naturales ya establecidos, o de los que se puedan liberar, proporcionando refugios y alimento adicional.
- 6) El uso de biopesticidas y de otras técnicas de control específicas (feromonas, etc.), dejando a los plaguicidas como último recurso y utilizando productos autorizados, selectivos y respetuosos con la fauna útil y en tratamientos lo más localizados posible.
- 7) La información y la educación del ciudadano. Es necesario informar a la ciudadanía de lo que se está haciendo a su alrededor, facilitar su familiarización con los insectos, que comprendan que no todos son perjudiciales y, sobre todo, concienciarles que es necesario tolerar una cierta cantidad de plaga para el mantenimiento de los enemigos naturales que van a ayudar al control de estas plagas.
- 8) Finalmente, hay que subrayar que el coste inicial de la aplicación de la estrategia de control integrado puede ser, en general, más elevada que el control químico tradicional y que los resultados no suelen ser tan evidentes a corto plazo. Sin embargo, el control integrado llevado a cabo correctamente es económicamente competitivo a medio y a largo plazo, contribuyendo además a la mejora de la calidad del medio ambiente urbano y de la salud de los ciudadanos.

AGRADECIMIENTOS

A los ayuntamientos de Lleida y Girona, a la Fundación Agbar, al parque temático de Port Aventura, al Parc Científic i Tecnològic Agroalimentari de Lleida, a las empresas OpenNatur e Inffe y a la Universidad de Lleida por la financiación recibida y/o por permitir el desarrollo de los estudios realizados en los EVU que gestionan. Un agradecimiento especial a Joan Pedrol y César del Arco del Arborétum Pius Font i Quer de Lleida. A Nicolás Pérez-Hidalgo, de la Universidad de León, a Petr Starý, del Instituto de Entomología de la Academia de Ciencias de la República Checa, y a Antoni Ribes, de Himenòpters de Ponent, por la ayuda prestada en la identificación respectiva de especies de pulgones, parasitoides e hiperparasitoides. Finalmente al resto de los componentes del grupo de Control

de Plagas de EVU del Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal de la Universidad de Lleida (Matilde Eizaguirre, Carmen López, Mireia Alba y Ramon Albajes).

REFERENCIAS

- Chauvel G., 2001. Stratégies de protection des arbres d'ornement en ville. Comment déterminer et utiliser les seuils d'intervention. Les Thématiques de Phytoma. La défense des Végétaux, N° 1. La Protection des Végétaux en Espaces Verts, 44-51.
- Dembilio O., Llacer E., Martínez de Altube M.M., Jacas J.J. 2009. Field efficacy of imidacloprid and *Steinernema carpocapsae* in a chitosan formulation against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) in *Phoenix canariensis*. Pest management Science, 66: 365-370.
- Dembilio O., Quesada-Moraga E., Santiago-Álvarez C., Jacas J.J. 2010. Potential of an indigenous strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as a biological control agent against red palm weevil. Journal of Invertebrate Pathology 104: 214-221.
- Dreistadt S.H., Dahlsten D.L. 1988. Tuliptree aphid honeydew management. Journal of Arboriculture, 14, 209-214.
- Eizaguirre M., Arenas N., Lumbierres B., Pons X. 2002. Daños de *Paleococcus fuscipennis* Burn (Homoptera : Margarodidae) en pinos y cipreses de los parques de Lleida. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 28: 199-205.
- Galeano M. 2009. Nematodos entomopatógenos. En: J.J. Jacas y A. Urbaneja (eds.), Control biológico de plagas agrícolas. Phytoma-España S.L. Valencia. pp: 136-148.
- López C., Vidal M., Eizaguirre M. 2004. Descripción y biología de *Dryomia lichtensteini* (F. Löw) en Lleida. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 30: 671-678.
- Lumbierres B., Fornells E. Pons X. 2004. Fenología, dinámica poblacional y daños de *Eucallipterus tiliae* Linnaeus en tilos ornamentales de la ciudad de Lleida. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 30: 553-561.
- Lumbierres B., Pons X. Starý P. 2005. Parasitoids and predators of aphids associated with public green areas of Lleida (NE Iberian Peninsula). Advances in Horticultural Science 19: 69-75.
- Pérez-Hidalgo N., Pons X., Mier Durante M.P. 2008. Detection of *Drepanaphis acerifoliae* Thomas (Hemiptera: Aphididae: Drepanosiphinae) on sugar maple trees, *Acer saccharinum*, in Spain. Boletín de la Sociedad Entomologica Aragonesa 43: 441-444.

- Pons X., Lumbierres B. 2009. New aphid species recently affecting trees in green urban areas of Catalonia. En: AFPP 2^{ème} conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles. Angers 28-29 Octobre 2009. Association Française de Protection des Plantes (ed.). pp: 38-45.
- Pons X., Lumbierres B. 2010a. Enemics naturals en els espais verds urbans. En: Guia dels enemics naturals en diferents cultius a Catalunya. R. Gabarra y J. Avilla (coordinadores). Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. pp: 59-75.
- Pons X., Lumbierres B. 2010b. Un nuevo problema en espacios verdes urbanos: el pulgón *Myzocallis (Lineomyzocallis) walshii* (Homoptera: Pemphigidae) y el roble americano (*Quercus rubra*). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 36: 45-49.
- Pons X., Baraibar B., Lumbierres B. 2006b. A sampling method for evaluating aphid occurrence in urban green areas. En: AFPP 1^{ère} conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles. Avignon, 11-12 octobre 2006. Association Française de Protection des Plantes (ed.). pp: 172-176.
- Pons X., Lumbierres B., Eizaguirre M., Albajes R. 2006a. Plagas de los espacios verdes urbanos: bases para su control integrado. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 32: 373-384.
- Pons X., Lumbierres B., García S., Manetti P.L. 2002. *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera: Pemphigidae), ¿una plaga potencial de plantas ornamentales en espacios verdes urbanos de Cataluña? Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 28: 217-222.
- van Lenteren, J. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but frustrating lack of uptake. Bio-Control 57: 1-20.

LA RESISTENCIA A FITOSANITARIOS

Dr. Pablo Bielza Lino

Catedrático de Universidad

Departamento de Producción Vegetal

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Universidad Politécnica de Cartagena

INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, trasposición de la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. El objetivo es el uso responsable de los fitosanitarios que reduzca los riesgos y los efectos en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas. Esta se orienta claramente a la obtención de cultivos sanos con bajo impacto en los agroecosistemas y en el impulso de los métodos biológicos de control de plagas. En los principios generales de la gestión integrada de plagas que se establecen en el anexo I, se especifica, en dos de los ocho puntos, que los usuarios deberán utilizar los productos fitosanitarios de manera que “no incrementen el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos” y que “deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos”.

De esta forma, dentro de la gestión integrada de plagas, el uso sostenible de los productos fitosanitarios también debe considerarse como un uso fiable, consistente y duradero en el tiempo. Para ello deberemos conocer en profundidad y de manera científica el fenómeno de la resistencia a los plaguicidas. Sólo de esta forma se podrán establecer las estrategias de manejo de la resistencia que nos permitan conseguir los fines establecidos en la directiva y realizar una gestión integrada de plagas eficaz.

CONCEPTO DE RESISTENCIA A PLAGUICIDAS

La resistencia se da cuando una población de una plaga ha adquirido genéticamente la capacidad de tolerar una dosis del insecticida que resultaría letal para la población original del insecto.

La resistencia no hay que confundirla con la falta de eficacia de un tratamiento, que si bien puede ser por un problema de resistencia, no

siempre es así, ya que puede ser un problema de una mala aplicación, un momento inadecuado de tratamiento, un producto mal elegido, etc.

La resistencia es un fenómeno biológico cuantitativo, es decir, existe una gradación. El grado de resistencia puede variar desde tolerar simplemente una mayor dosis hasta la práctica insensibilización al producto. La manera de medir el grado de resistencia adquirida es comparar la sensibilidad de la población en estudio (supuestamente resistente) con la sensibilidad de una población sensible de referencia.

Para ello utilizaremos la concentración o dosis letal 50 (CL_{50}), que es la concentración o dosis del insecticida que mata al 50% de la población. Se usa la CL_{50} , y no por ejemplo la CL_{90} , porque es la que se puede estimar con menor error. Es posible hacer un bioensayo y tratar la población con dosis que maten por debajo y por encima del 50%. De esta manera tendremos datos arriba y abajo de la CL_{50} para estimar bien la recta. En cambio para la CL_{90} no podremos tener muchos datos por encima (no se pueden morir más del 100%...), por lo que el error de la estima es mayor.

El bioensayo nos da una estima del grado de toxicidad del producto sobre esa población, es decir, el grado de sensibilidad o tolerancia de esa población. Para estimar la resistencia será necesario comparar con una población de referencia, utilizando siempre el mismo método de bioensayo. Así el factor de resistencia será la división de la CL_{50} de la población resistente entre la CL_{50} de la población sensible de referencia.

$$FR_{50} = \frac{CL_{50} \text{ de la población resistente}}{CL_{50} \text{ de la población sensible de referencia}}$$

Un factor de resistencia (FR_{50}) de 2, significará que para matar al 50% de la población estudiada habrá que doblar la dosis que mata al 50% de la población de referencia. Con un $FR_{50}=100$, habría que multiplicar la dosis por 100 para matar al 50% de la población estudiada.

Es necesario resaltar que la existencia de resistencia respecto a una población sensible de referencia, no implica necesariamente resistencia en campo. Por ejemplo, la población de referencia puede tener una $CL_{50} = 0,5$ ppm, y la población en estudio una $CL_{50} = 5$ ppm. Esto significará un factor de resistencia de $FR_{50}=5/0,5=10$. Es decir, la población en diez veces más tolerante o resistente (o menos sensible) que la población sensible de referencia. Sin embargo, las concentraciones toleradas pueden no exceder la dosis de aplicación de los productos en campo. Así, siguiendo el ejemplo, la dosis de campo podría ser de 500 ppm (de la materia activa), por lo que la población en estudio, aunque 10 veces más resistente que la sensible de referencia, sería todavía controlada en campo.

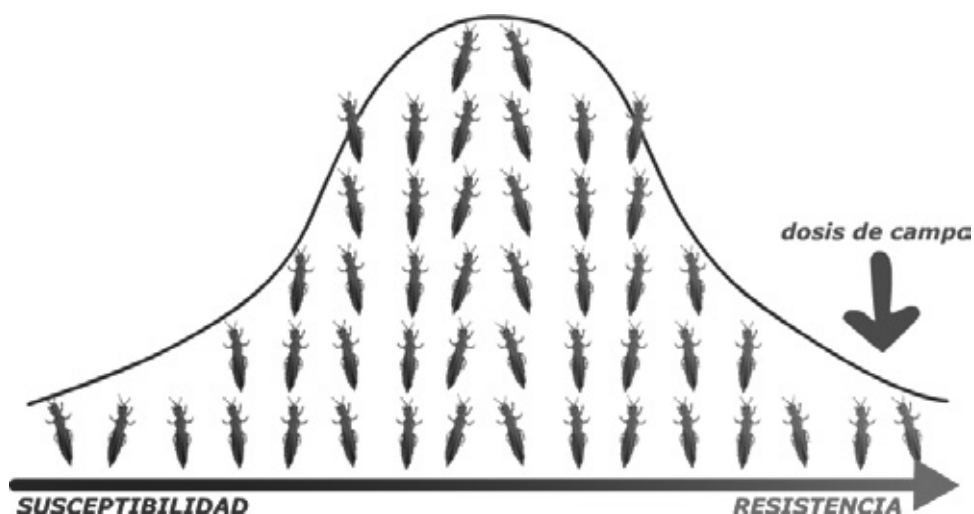
En efecto, existe una variabilidad natural entre poblaciones respecto a su susceptibilidad a los productos fitosanitarios, lo que no se debe asociar con un fenómeno de resistencia. Cuando se realizan los trabajos previos al registro e introducción comercial de un producto, se estudia la línea base de susceptibilidad (o de resistencia). Esto es el grado de susceptibilidad que tienen las poblaciones antes de ser expuestas al uso del producto. Para ello se recolectan poblaciones de diversas áreas y en diferentes épocas del año, y se realizan bioensayos para obtener las CL_{50} . Es frecuente y normal que exista una variabilidad entre las poblaciones, y esta variabilidad natural es esperable que esté alrededor de un factor de 10-20 (aunque factores mayores también se han observado). Por tanto, es muy importante conocer de partida (antes del uso del fitosanitario) tanto la línea base de resistencia (la CL_{50} combinada de las poblaciones) como la variabilidad natural esperable en esa especie. De esta forma, en el seguimiento posterior de la variabilidad de la sensibilidad (o de la resistencia) en las poblaciones de campo, ya con el compuesto en uso, se podrá interpretar correctamente los datos de CL_{50} que se obtengan al bioensayar poblaciones expuestas al producto. Se podrá comparar estos datos (CL_{50} de las poblaciones de campo) con la CL_{50} de la línea base, y estimar si existe una pérdida de sensibilidad significativa si el factor de resistencia obtenido es considerablemente superior a la variabilidad natural.

DESARROLLO DE POBLACIONES RESISTENTES

A través de la evolución, durante millones de años, los insectos se han tenido que enfrentar con las defensas de las plantas, principalmente con los productos tóxicos producidos por el metabolismo secundario. De este modo los insectos llevan millones de años enfrentándose a una amplia variedad de tóxicos, por lo que han desarrollado unos mecanismos de detoxificación muy eficientes.

Si además pensamos que muchos insecticidas son una imitación de los tóxicos de las plantas (piretroides, neonicotinoides, etc.), podremos entender que para las plagas no es algo nuevo la necesidad de desarrollar resistencias, illevar millones de años!. Simplemente ahora el proceso es algo más rápido, es un proceso de adaptación de las poblaciones a un factor abiótico cambiante. La mayoría de las especies de plagas tienen una base genética amplia en lo que respecta a mecanismos de metabolización de tóxicos. El desarrollo de poblaciones resistentes simplemente selecciona los mecanismos más adecuados.

Una población de insectos o ácaros está compuesta por individuos con diferentes grados de sensibilidad a un tóxico (insecticida o acaricida). Así, existirán algunos individuos muy sensibles, otros menos sensibles, otros más tolerantes, y algunos, en un principio muy escasos, que serán resistentes al insecticida a la dosis utilizada.



Variación dentro de una población en la susceptibilidad o resistencia un compuesto

La resistencia se origina por la selección de estos individuos resistentes de una población por la presión insecticida. Al tratar con el insecticida prácticamente sólo sobreviven los resistentes, y algunos sensibles a los que nos les ha llegado el producto, que serán los que formarán de nuevo la población plaga. Si este proceso se repite de manera insistente, repitiendo el mismo producto, la población estará formada exclusivamente por individuos resistentes, con lo que el tratamiento dejará de ser eficaz.

Se produce un proceso evolutivo a pequeña escala y de manera muy rápida. La presión de selección es la presión insecticida (número y dosis de tratamientos), a mayor presión mayor eficacia y rapidez en la selección. Si la presión insecticida es mayor, sólo se da oportunidad a sobrevivir a los individuos resistentes. Así a mayor número de tratamientos con el mismo producto, y/o a mayor dosis de aplicación, las oportunidades de supervivencia de los individuos sensibles disminuyen, aumenta la presión de selección, y la resistencia se desarrolla más rápidamente.

Hay algunas especies de plaga que tienen mayor tendencia a desarrollar resistencias. Estas plagas suelen ser polífagas, tener un rápido desarrollo y muchas generaciones, mucha progenie, y una movilidad efectiva baja

Las plagas polífagas tienen más y mejores mecanismos de detoxificación, ya que están más adaptadas a tener que detoxificar sustancias procedentes de distintas plantas. Además están más expuestas a la presión insecticida, ya que están presentes en más cultivos. El primer factor hace más fácilmente seleccionable el mecanismo de resistencia, ya que ya existe en la base genética de la especie, y el segundo hace mayor

la presión insecticida. Ambos factores combinados provocan que estas especies sean normalmente las que presentan mayores problemas de resistencia (trips, moscas blancas, araña roja, spodoptera, etc)

Al ser el fenómeno de la resistencia un proceso evolutivo de selección, mientras más rápido sea el desarrollo de huevo a adulto, más generaciones por campaña tenga y más descendencia, las probabilidades de selección son mayores. Así de un número muy bajo de individuos resistentes, será más fácil originar una población resistente dominante.

Uno de los factores que más diluye el desarrollo de la resistencia es el cruce de los individuos resistentes con los sensibles. Es común que la resistencia sea un carácter recesivo, por lo que el cruce de un individuo resistente con uno sensible, dará una progenie sensible. Esto se ve favorecido cuando existe una gran inmigración en el cultivo de individuos sensibles. Así, si la plaga es poco móvil, por sí misma, o porque se lo impedimos con mallas, invernaderos, etc, o porque no existe una población sensible que pueda inmigrar (todos los cultivos son igualmente tratados), no existirá ese flujo de individuos sensibles, y la resistencia se desarrollará más rápidamente.

MECANISMOS DE RESISTENCIA

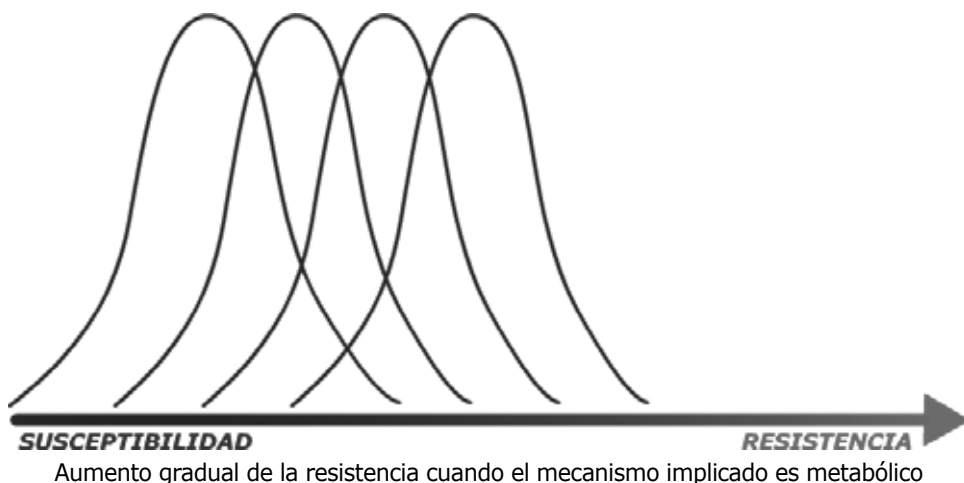
Los mecanismos de resistencia a insecticidas se pueden clasificar en cuatro tipos:

- Etológica
- Menor penetración
- Metabólica
- Insensibilización del punto de acción

El mecanismo etológico consiste en un cambio de comportamiento que le permite al insecto no entrar en contacto con el plaguicida. Realmente no es una resistencia, hablaríamos de una pseudoresistencia, ya que la plaga muere si se expone al insecticida. Esta resistencia por evasión no es muy frecuente, y no genera graves problemas en el campo.

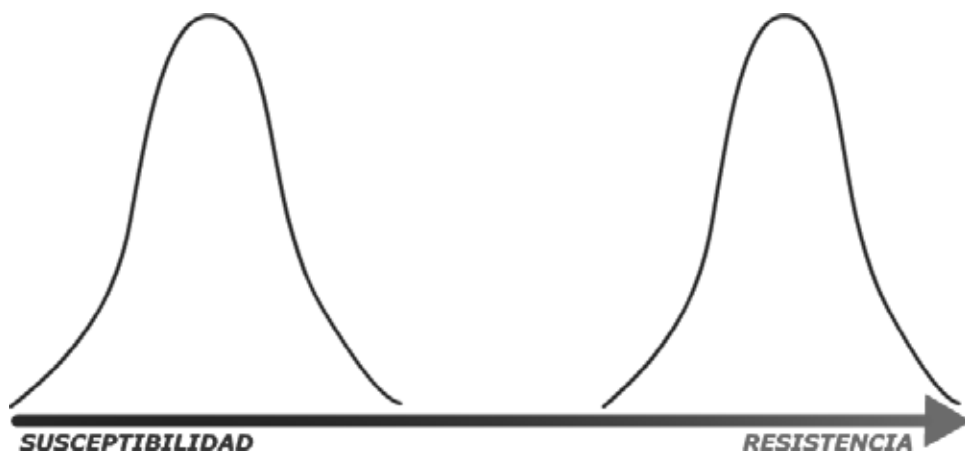
En el mecanismo de menor penetración existen diversos factores que hacen que el tóxico no llegue en suficiente cantidad al punto de acción, produciendo una resistencia efectiva. Así una cutícula más gruesa, o con distintas propiedades físico-químicas, como una menor lipofilia, harán que el insecticida de contacto penetre en menor cantidad en el cuerpo del insecto, permitiendo su supervivencia. No suele conferir altos factores de resistencia, pero multiplica los efectos de la resistencia metabólica.

La resistencia metabólica es la más común de todas, y es la primera en aparecer en campo. Los seres vivos (insectos, ácaros y todos los animales, plantas, hongos, bacterias, etc...) tienen una serie de sistemas enzimáticos que les permiten detoxificar los productos potencialmente peligrosos (tóxicos) que entran en su cuerpo. Estos sistemas enzimáticos son las P450 monooxigenasas (también llamadas oxidasas de función múltiple), las esterasas, y las glutatión S-transferasas. Estos enzimas atacan el plaguicida y, o bien lo secuestran inhabilitándolo para su acción tóxica, o bien lo metabolizan, normalmente a un producto más hidrófilo, para que sea excretado rápidamente. En relación a los individuos sensibles, los individuos resistentes tienen o mayor cantidad de estos enzimas (mejora cuantitativa) o bien tienen enzimas más eficaces en la degradación (mejora cualitativa). La resistencia metabólica suele ser gradual, aumentando de manera progresiva el factor de resistencia, por acumulación de genes de resistencia (más y/o mejores enzimas).



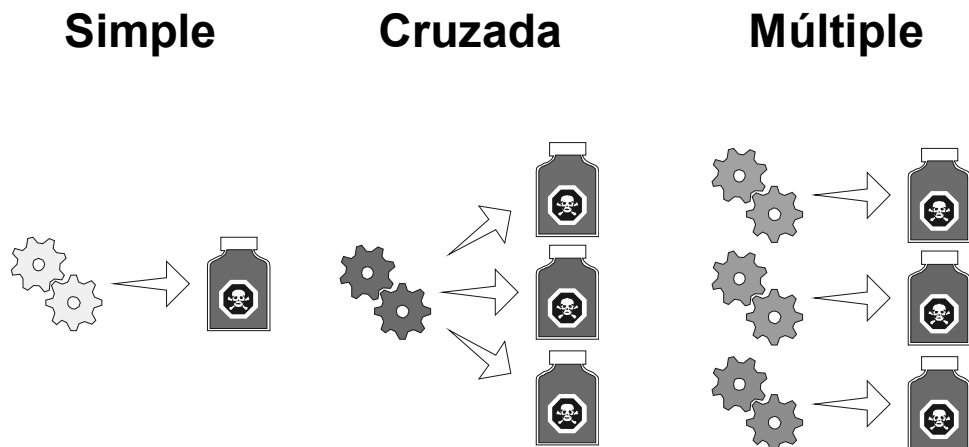
En general, los fitosanitarios ejercen su acción tóxica al fijarse en un lugar concreto del metabolismo, donde alteran su normal funcionamiento produciendo la muerte. Éste lugar se denomina punto de acción, y el modo en que altera el normal funcionamiento, se llama modo de acción. La resistencia por insensibilización del punto de acción, consiste normalmente en un pequeño cambio en el lugar de fijación del tóxico, de manera que deja de ser compatible y, por tanto, deja de tener una acción tóxica. Así, un pequeño cambio genético, una mutación, en el gen que codifica para la proteína que forma el punto de acción, origina una pequeña modificación en su disposición estereoquímica, impidiendo la unión de la molécula del plaguicida. Este tipo de resistencia suele conferir abruptamente un factor de resistencia muy elevado, ya que el

fitosanitario deja de comportarse como un tóxico, y la especie objetivo deja de ser susceptible. Las probabilidades de estas mutaciones son muy, muy bajas, pero si la presión de selección es elevada (tratamientos consecutivos con el mismo producto, dosis excesivas, aplicación abusiva en una zona amplia, nivel de plaga elevado, etc...), se terminan seleccionando.



Aumento abrupto de la resistencia cuando el mecanismo implicado es una insensibilización en el punto de acción

La resistencia puede ser simple, múltiple o cruzada. La resistencia simple es cuando un mecanismo de resistencia confiere a la plaga resistencia sobre un compuesto. Resistencia múltiple es cuando la plaga resistente tiene diversos mecanismos de resistencias para diferentes productos. Resistencia cruzada es cuando un mismo mecanismo confiere resistencia a varios productos. El desarrollo de resistencia a un producto por la insensibilización de su punto de acción, puede conferir resistencia a los demás productos que actúan igual (p.e. el desarrollo de resistencia a un piretroide confiere resistencia a otros piretroides). La resistencia metabólica puede conferir resistencia cruzada a otros productos con estructuras químicas parecidas, o radicales químicos similares, lo que ocurre no sólo dentro de un mismo grupo químico, sino también entre grupos químicos diferentes (p.e. el desarrollo de resistencia a un piretroide puede conferir resistencia cruzada a otros compuestos como carbamatos). La resistencia cruzada es un fenómeno relativamente frecuente cuando el mecanismo de resistencia es metabólico.



Tipos de resistencia en función de los mecanismos de resistencia presentes

También existe la resistencia cruzada negativa, que consiste en que cuanto más resistente es el insecto a un producto, más sensible es a otro. Este fenómeno sería perfecto para el manejo de la resistencia en campo, pero es muy poco frecuente.

UN PROBLEMA CRECIENTE

En la actualidad la resistencia a plaguicidas es un problema importante, no sólo en insectos y ácaros, sino también en hongos y malas hierbas. Además no sólo es un problema de los plaguicidas clásicos (organofosforados, carbamatos, piretroides, neonicotinoides, etc...), sino también de los llamados biorracionales, como los reguladores del crecimiento de los insectos (IGRs), *Bacillus thuringiensis*, e incluso puede desarrollarse en feromonas, etc.

Los organismos que producen los problemas fitosanitarios suelen poseer una amplia flexibilidad genética, ya que precisamente esa característica es la que les ha convertido en plagas. Así, casi cualquier método de control que se utilice en exclusiva, terminará seleccionando individuos que sean capaces, por uno u otro mecanismo, de contrarrestar la medida de control. Dada la amplia y duradera utilización de productos fitosanitarios, la resistencia a los plaguicidas es bien conocida. Pero también se desarrollarán otros tipos de resistencias o tolerancias a otros métodos de control no químicos, como biotécnicos, genéticos e incluso biológicos, si se utilizan en exclusiva y de manera abusiva. La clave será siempre utilizar varios métodos de control, combinándolos de manera armoniosa, para optimizar su efectividad y su sostenibilidad. La gestión integrada de

plagas conseguirá no sólo el uso sostenible de los fitosanitarios, como pretende la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y su trasposición mediante el RD 1311/2012, sino también el uso sostenible de todos los métodos de control de plagas.

Las nuevas regulaciones en el registro y etiquetado de los fitosanitarios en la Unión Europea están reduciendo el número de productos disponibles en la protección de los cultivos. Al tener menos herramientas disponibles, se tiende a usar más frecuentemente las mismas, llevando a un uso repetido o sobreuso de algunos compuestos, lo que provocará un mayor desarrollo de resistencias.

Además, la creciente y exitosa integración de las medidas de control biológico, demanda plaguicidas compatibles con los enemigos naturales. Al ser más escasos estos compuestos compatibles, se tiende más a su uso reiterado, lo que ocasiona un aumento del riesgo de desarrollo de resistencias. Es más, la falta de eficacia de estos productos por el desarrollo de resistencia es más grave aún si cabe, ya que puede suponer la inviabilidad del protocolo completo de control integrado. Esto puede llevar a su abandono y a la vuelta a un sistema de control basado en los plaguicidas, en vez de en los agentes de control biológico.

En la actualidad existe una enorme preocupación en el sector por el riesgo sobre la sostenibilidad del uso de los productos fitosanitarios en particular, y sobre la gestión integrada de plagas en general, que supone los criterios comerciales de algunas cadenas de supermercados. La restricción del uso de plaguicidas en determinados cultivos, exigir residuos por debajo de los LMRs establecidos por la UE, y especialmente, el establecimiento de un número máximo de materias activas a utilizar en un cultivo, comprometen gravemente una gestión integrada de plagas responsable. El agricultor, al tener limitado el número de materias activas a utilizar, tenderá a repetir el uso de unas pocas, resultando en un sobreuso y en el desarrollo de resistencias. El uso sostenible de los plaguicidas se fundamenta en las estrategias de manejo de la resistencia, cuya base principal es la alternancia de compuestos con diferentes mecanismos de resistencia, siendo necesario limitar el número de tratamientos de un mismo producto, y no el número de productos.

Por todos los riesgos existentes expresados en los párrafos anteriores, el desarrollo de estrategias anti-resistencia es una pieza clave de una gestión integrada de plagas fiable y consistente.

ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA RESISTENCIA

Las estrategias de manejo de la resistencia se basan en dos premisas fundamentales:

- La resistencia es más fácil evitarla que revertirla.
- Se debe disminuir la presión de selección.

La primera premisa se basa en que en las fases iniciales de desarrollo de la resistencia, los individuos resistentes son muy raros, y/o están peor adaptados que los sensibles. Por esta menor valencia ecológica, si se disminuye la presión de selección, rápidamente los individuos resistentes serán desplazados de la población. En cambio, si la presión de selección persiste, los individuos resistentes empezarán a cruzarse con los sensibles mejor adaptados, realizándose reselecciones de individuos hasta obtener individuos resistentes, con elevada valencia ecológica y numerosos. En este punto de difícil retorno, será más difícil desplazarlos de la población aunque disminuya la presión de selección.

De esta forma es de enorme interés tener un programa de seguimiento de la evolución de la resistencia, así como el desarrollo de herramientas de diagnóstico precoz de la resistencia. Para ello será necesario haber establecido antes, como se ha mencionado, la línea base de susceptibilidad y la variabilidad natural esperable, para tener una referencia de partida.

La segunda premisa se basa en que a menor presión de selección, menor intensidad de selección, y menor velocidad de desarrollo de la resistencia. Todo lo que sea permitir la supervivencia de individuos sensibles, y la mezcla de individuos sensibles con las poblaciones tratadas, favorecerá la conservación de poblaciones sensibles, dilatando el desarrollo de la resistencia.

Así un manejo adecuado de la resistencia consistirá en evitar tratamientos innecesarios, aplicar en el momento adecuado, dejar períodos sin aplicaciones o sin aplicaciones de un producto, utilizar las dosis adecuadas, conservar refugios con individuos sensibles, rotación de materias activas, reducir o reservar el uso de algunos productos, utilización de sinergistas, y todo lo que sea control integrado.

La rotación de materias activas consiste en alternar productos con diferentes mecanismos de resistencia. Ya que materias activas diferentes, con el mismo modo de acción (mismo grupo) o con diferente, pueden tener resistencias cruzadas al estar afectados por un mismo mecanismo

de resistencia, hay que rotar mecanismos de resistencias. No vale que sean materias activas diferentes, ni siquiera que sean de grupos químicos diferentes, tienen que tener mecanismos de resistencia diferentes, porque es imprescindible que no tengan resistencias cruzadas. De este modo, los supervivientes a un tratamiento, serán sensibles al siguiente tratamiento y no sobrevivirán, y así sucesivamente, cortando las posibilidades de establecimiento en la población de individuos resistentes. Para establecer estas estrategias anti-resistencias es necesario previamente estudiar los mecanismos de resistencia implicados o potenciales en las resistencias a cada compuesto.

Otra posibilidad de combinar materias activas es en vez de alternarlas cada vez, hacerlo por períodos. Así en períodos concretos del cultivo, se trata con un tipo de productos, y en otros períodos, con otro tipo sin resistencias cruzadas con los anteriores. Estas estrategias se denominan de "ventanas", existiendo "ventanas" a lo largo del cultivo en el que se aplican distintos compuestos, sin resistencias cruzadas entre "ventanas".

También se puede alternar en el espacio en vez de en el tiempo, lo que se llama en mosaico. Esta forma consiste en tratar unas zonas con un producto y otras con otro sin resistencia cruzada (distinto mecanismo de resistencia), y en el siguiente tratamiento se cambia el producto de cada zona.

La otra alternativa de rotación de materias activas es la mezcla de productos con mecanismos de resistencia distintos. Si la frecuencia de individuos resistentes a un producto es en principio muy baja, la frecuencia de individuos resistentes a los dos productos, si tienen mecanismos de resistencia diferentes, será extraordinariamente baja. Así las probabilidades de desarrollo de la resistencia serán menores. Este método es peligroso, ya que si las frecuencias no son tan bajas porque haya habido un uso previo del producto, o existen resistencias cruzadas con otros productos usados con anterioridad, este sistema provocará una presión de selección mayor, y por tanto acelerará el desarrollo de la resistencia.

En definitiva, la mejor estrategia anti-resistencia es una verdadera gestión integrada de plagas, en el que se combinen los distintos métodos de control de manera eficaz. Un enfoque múltiple en las estrategias de control será lo que permitirá tener un control de plagas fiable y duradero. Y en particular, para un uso sostenible de los fitosanitarios, será necesario seguir estrategias de manejo de la resistencia basadas en:

- Determinar la línea base de susceptibilidad y la variabilidad natural
- Conocer los mecanismos de resistencia implicados y los potenciales
- Reconocer las resistencias cruzadas y los posibles sinergismos
- Establecer la rotación y uso óptimo (dosis, momentos, etc) de los plaguicidas
- Incorporar todo ello en una gestión integrada de todas las plagas de un cultivo
- Seguimiento del desarrollo de resistencias y actualización de las estrategias

RESISTENCIA INDUCIDA: UNA NUEVA HERRAMIENTA DE UTILIDAD EN PROTECCIÓN VEGETAL

Antonio Molina

Lucía Jordá

*Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (UPM-INIA)
Campus Montegancedo, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)*

*Departamento de Biotecnología
Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos, UPM*

RESUMEN

Las plantas disponen de mecanismos de resistencia constitutivos e inducibles para defenderse del ataque de patógenos y plagas. Estos mecanismos de defensa son muy robustos lo que determina que en la interacción planta-patógeno/plaga la resistencia sea una generalidad y la enfermedad una excepción. Esta excepcionalidad se debe a que los patógenos y los diferentes organismos que causan las plagas han desarrollado mecanismos moleculares para superar las barreras de defensa vegetal, y por ello en ciertas interacciones se produce la enfermedad con la consiguiente reducción de la productividad agrícola y de la calidad de los productos agroalimentarios. El uso de productos fitosanitarios para combatir enfermedades y plagas es una herramienta esencial en protección vegetal. Sin embargo, la demanda social de alimentos más saludables y de una producción agrícola más sostenible, junto con las limitaciones regulatorias, han provocado una reducción del uso de fitosanitarios. Esta situación representa un reto y oportunidad para el desarrollo de otros medios de defensa fitosanitarios (OMDFs) alternativos, que cubran las crecientes necesidades del sector de la protección vegetal. Entre los nuevos OMDFs se encontrarán aquellos basados en la activación de los mecanismos de resistencia naturales de las plantas. Los progresos científicos en esta área han sido notables pudiéndose destacar entre las aportaciones más novedosas la demostración de que las plantas disponen de un sistema de reconocimiento de moléculas derivadas de patógenos similar al existente en los sistemas de inmunidad innata, no mediado por anticuerpos, presente en animales. La inmunidad innata de las plantas puede ser modulada "a la carta" mediante la aplicación exógena de moléculas naturales derivadas de los patógenos o producidas por las plantas durante el ataque de patógenos o plagas. Estas moléculas, conocidas como "elicitores", son reconocidas de forma específica por

proteínas receptoras localizadas en la superficie de las células vegetales, y este reconocimiento activa los mecanismos de resistencia de los cultivos. El potencial en protección vegetal de algunas de estas moléculas naturales “elicitoras” se ha validado en ensayos de campo, por lo que se pueden considerar como una tecnología madura para su uso comercial en el control de la resistencia de los cultivos a patógenos/plagas. En la ponencia se describirán los principales avances en esta área de I+D+i así como la potencial transferencia de esta tecnología desde el laboratorio al campo.

1. LA INMUNIDAD INNATA VEGETAL: UN SISTEMA PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATÓGENOS

Las plantas y los microbios han co-evolucionado durante su coexistencia sobre la tierra. La interacción entre estos dos tipos de organismos ha determinado el desarrollo en las plantas de un sistema de inmunidad innata que los microorganismos patógenos tratan de superar utilizando diferentes mecanismos moleculares de virulencia. El sistema de inmunidad innata de las plantas consta de varias barreras de defensa sucesivas que se pueden clasificar en constitutivas (existen en la planta en ausencia del patógeno) e inducibles, que son las que se activan tras el ataque del patógeno y reconocimiento del mismo por el sistema de inmunidad innata de las plantas. Estos dos sistemas de defensa forman parte de una red dinámica y compleja que interconecta diferentes capas de componentes celulares (Holt et al., 2003; Chisholm et al., 2006). Entre los elementos comunes de la defensa constitutiva de todas las células vegetales están la presencia de una pared celular y diferentes tipos de biomoléculas con actividad antimicrobiana, que proporcionan una barrera efectiva frente a patógenos y plagas. La pared celular vegetal constituye también un reservorio de compuestos antimicrobianos y una fuente de moléculas señalizadoras (Carpita et al., 1997; Cantu et al., 2008)). Desde el punto de vista del patógeno, la pared vegetal es una fuente de nutrientes, cuya degradación extensiva o discreta puede ser necesaria para que la infección progrese (Cantu et al., 2008).

La efectividad de la inducción de la resistencia vegetal depende principalmente de la capacidad que tienen las plantas de reconocer moléculas derivadas del patógeno mediante receptores específicos presentes en la superficie o interior celular (Chisholm et al., 2006; Nurnberger and Kemmerling, 2006). Este sistema de reconocimiento, que permite a las plantas discriminar entre lo propio (vegetal) y lo ajeno (patógeno), es una propiedad común de todos los seres vivos, y una de las claves que explican la activación del sistema de inmunidad innata para evitar la infección del organismo por patógenos. Esta función de discriminación la llevan a cabo una familia de proteínas receptoras o PRRs (*Pattern Recognition*

Receptors) que son capaces de reconocer componentes moleculares de los microorganismos (MAMPs/PAMPs, *Microbe-Associated Molecular Patterns/Pathogen-Associated Molecular Patterns*) a los que las plantas están expuestas. El reconocimiento de los MAMPs/PAMPs por estas proteínas receptoras conduce a la activación de una respuesta de defensa, a la que se ha denominado PTI (*PAMP-Triggered Immunity*: Figura 1; (Jones and Dangl, 2006; Dodds and Rathjen, 2010). El sistema de inmunidad de las plantas también puede ser inducido mediante *Damaged Associated Molecular Patterns (DAMPs)*, tales como los oligogalacturónidos (OGs) producidos como consecuencia de la degradación de la pared celular vegetal por la infección de un patógeno o por herida (Figura 1; (Chassot et al., 2008; Denoux et al., 2008; Osorio et al., 2008).

Los MAMPs/PAMPs que activan la PTI suelen ser moléculas muy conservadas y esenciales para la fisiología y el ciclo de vida del patógeno, siendo característicos de determinados grupos (no sólo de una raza) de patógenos. Entre este grupo de moléculas se pueden incluir los lipopolisacáridos (LPS) presentes en la pared celular de las bacterias Gram-negativas, el peptidoglicano (PGN) de la pared celular de las bacterias Gram-positivas, la flagelina (fgl22), que es una proteína estructural del flagelo de las bacterias, la proteína EF-Tu bacteriana (elf18), y componentes de la pared celular (quitina, glucanos y mananos) de hongos (Nurnberger and Brunner, 2002; Bittel and Robatzek, 2007). Dada la relevancia funcional de los MAMPs, su variabilidad es inferior a la del resto de moléculas del patógeno, lo que redundo en su alto grado de conservación, y explica que estas moléculas hayan sido elegidas por plantas y animales a lo largo de la evolución como las "huellas deladoras" de los diferentes grupos de patógenos.

El mecanismo de reconocimiento de MAMPs/PAMPs de patógenos que permite la activación de la PTI difiere de la denominada resistencia monogénica "gen a gen", ampliamente utilizada en mejora vegetal. En esta resistencia una proteína de resistencia vegetal reconoce una proteína de avirulencia (o efector) del patógeno. Estas proteínas de avirulencia/efectores de los patógenos están presentes en determinadas cepas/aislados/razas del patógeno, al contrario de los MAMPs/PAMPs, que están presentes en grupos de patógenos. Los efectores sintetizados por los patógenos tienen como objetivo inhibir y manipular la activación de los mecanismos de resistencia de las plantas. Las proteínas de resistencia de las plantas son PRRs que bloquean esta función inhibitoria de los efectores mediante su reconocimiento directo/indirecto, y de esta manera permiten que se active la resistencia "gen a gen", también denominada inmunidad activada por efectores o ETI (*Effector-Triggered Immunity*: Figura 1; (Jones and Dangl, 2006; Dodds and Rathjen, 2010).

2. RECONOCIMIENTO DEL PATÓGENO Y ACTIVACIÓN DE LA INMUNIDAD INNATA VEGETAL

Entre los PRRs vegetales se encuentran tanto las proteínas R codificadas por los genes de Resistencia (R) que controlan la resistencia monogénica gen-a-gen (Abramovitch et al., 2006), como las proteínas implicadas en el reconocimiento de los MAMPs/DAMPs. Entre estas últimas las más importantes son las proteínas de tipo receptor quinasa (*Receptor Like Kinases*, RLK) que tienen dominios extracelulares de tipo LRR (*Leucine Rich Repeats*), como FLS2 y EFR, de tipo LysM, como CERK1, o dominios EF como WAK1. Estas RLKs reconocen específicamente los MAMPs bacterianos flg22 y elf18, el fúngico quitina, y un DAMP derivado de la pared celular vegetal (OGs), respectivamente (Song et al., 1995; Gomez-Gomez et al., 2001; Shiu et al., 2004; Morillo and Tax, 2006; Zipfel et al., 2006). En general, las RLKs de plantas tienen un dominio extracelular variable (LRR, LysM, etc.), un dominio transmembrana y un dominio proteína quinasa intracelular en el extremo C-terminal. Este último dominio pertenece a la misma familia que los presentes en los receptores de tipo Pelle en *Drosophila* o los de receptores de interleukina en mamíferos (Shiu et al., 2004). Se ha demostrado que un número cada vez mayor de RLKs desempeñan papeles relevantes en inmunidad innata de plantas, aunque el modo de acción de la mayoría de ellas (600 en el caso de *Arabidopsis*) no se ha caracterizado en detalle (Tena et al., 2011). Por ejemplo, la LRR-RLK ERECTA (ER) es necesaria para la resistencia de *Arabidopsis* frente a varios patógenos, incluidos la bacteria del suelo *Ralstonia solanacearum* 14-25, el hongo necrotrofo *Plectosphaerella cucumerina*, y el oomiceto *Phythium irregulare*, ya que mutantes *er* (p.e., *er-1*) son más susceptibles que las plantas silvestres a estos patógenos (Godiard et al., 2003; Llorente et al., 2005; Adie et al., 2007). Además, se ha comprobado que BAK1 de *Arabidopsis* modula la resistencia frente a hongos necrótrofos mediante la regulación negativa de la progresión de la muerte celular tras la infección (Nurnberger and Kemmerling, 2006; Chinchilla et al., 2007; Osorio et al., 2008).

La respuesta inmune mediada por receptores de tipo RLK puede estar modulada por otras RLKs. Por ejemplo, BAK1 (BRI1-Associated Kinase 1) regula la función de FLS2 mediante la formación de complejos que está mediada por MAMPs/PAMPs (e.g. flg22) (Bittel and Robatzek, 2007; Chinchilla et al., 2007; Osorio et al., 2008). La formación de estos complejos tras el reconocimiento del PAMP por la PRR correspondiente provoca una serie de cambios celulares, como incrementos en el calcio intracelular, producción de especies reactivas de oxígeno (ROS, *Reactive Oxygen Species*) y la activación de cascadas funcionales de tipo quinasa (*Mitogen-Activated-Protein*, MAPK; y *Calcium-Dependent Protein Kinases*, CDPKs) que regulan la expresión de genes de defensa, que en

último término conducen a la activación de la respuesta inmune y a la resistencia frente al patógeno (Figura 1; (Tena et al., 2011).

Las cascadas de MAP quinasas mediadas por PRRs son muy complejas y están poco caracterizadas. En el caso de la mediada por FLS2, están implicadas MEKK1 (una *MAP Kinase kinase Kinase*; *MAP3K*) que fosforila dos *MAP Kinase Kinases* (*MKK1* y *MKK2*) que a su vez activan a varias *MAP kinases* (*MPK3*, *MPK6* y *MPK4*) (Zipfel et al., 2004; Colcombet and Hirt, 2008). Las MPKs regulan la expresión transcripcional de genes de respuesta inmune mediante la fosforilación de Factores transcripcionales (TFs); (Eulgem and Somssich, 2007; Colcombet and Hirt, 2008). De las 120 posibles quinasas implicadas en cascadas de tipo MAPK, sólo unas pocas han sido caracterizadas, y entre ellas sólo las del módulo FLS2-MEKK1-MKK1/MKK2-MPK3/4/6 son las que se han estudiado en detalle en inmunidad innata. Por lo tanto, la caracterización de cascadas funcionales MAPK en plantas es un área de relevancia dentro de la biología ya que regulan gran cantidad de procesos fisiológicos.

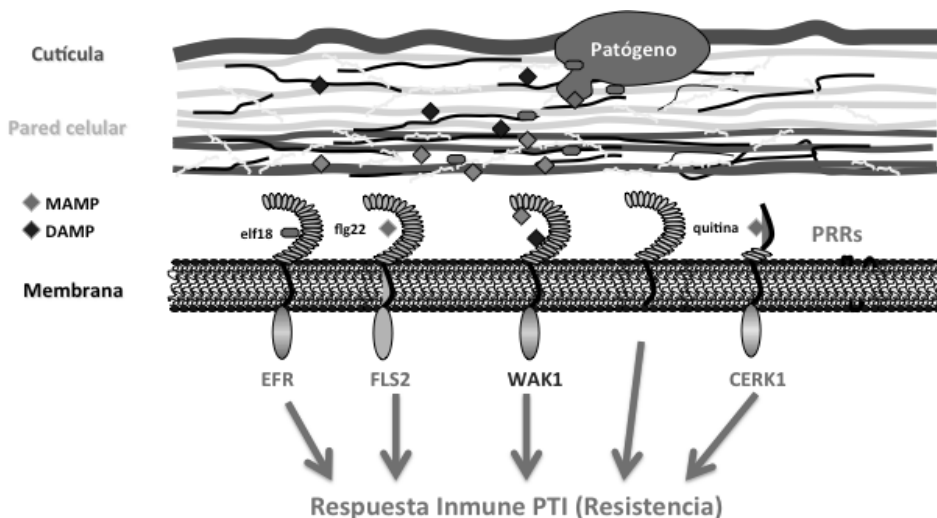


Figura1: Resistencia PTI inducida por MAMPs y DAMPs. Receptores de tipo PRR reconocen diferentes MAMPs (moléculas derivadas de patógenos) o DAMPs (moléculas derivadas de pared celular), y activan la respuesta de inmunidad PTI y la resistencia a patógenos y plagas.

3. EL BALANCE HORMONAL REGULA LOS MECANISMOS DE RESISTENCIA VEGETAL A PATÓGENOS

El reconocimiento de un patógeno por parte de la planta también activa la biosíntesis de fitohormonas, tales como el ácido salicílico (SA), el etileno (ET) el ácido jasmónico (JA) y el ácido abscísico (ABA);(Ferry et

al., 2004; Glazebrook, 2005; Asselbergh et al., 2008). El balance e interacción entre estos sistemas hormonales juegan un papel esencial en la expresión de la resistencia frente a un patógeno o plaga concreta. Por ejemplo, en *Arabidopsis* las evidencias genéticas han demostrado que el dialogo intenso entre las rutas de señalización de ET, JA y SA, y más recientemente de ABA, determina la resistencia frente a diferentes tipos de patógenos mediante la regulación transcripcional de la expresión de genes de defensa. Entre las interacciones más evidentes se encuentran aquellas entre las rutas de señalización de SA y JA/ET que afectan a las respuestas de resistencia local y sistémica (Thomma et al., 1998; Thomma et al., 1999; Berrocal-Lobo et al., 2002; Laurie-Berry et al., 2006; Asselbergh et al., 2008; Sanchez-Vallet et al., 2012). Además, muchos patógenos de plantas son capaces de producir hormonas vegetales durante la infección para interferir con las respuestas de defensa del huésped (Robert-Seilantantz et al., 2007).

Nuestro conocimiento actual de las bases moleculares que controlan la resistencia gen a gen, que regula la defensa frente a patógenos biotrófos y hemibiotrófos de relevancia agrícola, es considerable, habiéndose comprobado que en este mecanismo de resistencia el SA desempeña un papel clave, y que mutantes defectivos en la biosíntesis del SA son hipersensibles a patógenos incompatibles (Jones, 2001). Por el contrario, nuestro conocimiento de los mecanismos que controlan la resistencia de las plantas a hongos necrótrofos y algunos hemibiotrófos es escaso. En *Arabidopsis* y en la mayoría de los cultivos la resistencia a hongos necrótrofos, como *Botrytis cinerea*, o a hongos del suelo como *Fusarium oxysporum*, es de tipo multigénico y complejo, lo que dificulta el obtener variedades resistentes en los programas de mejora vegetal (Llorente et al., 2005; Berrocal-Lobo and Molina, 2008). La resistencia a este tipo de patógenos depende de la regulación precisa de las rutas de señalización de ET, JA, SA, ABA y auxinas (Thomma et al., 1999; Hernandez-Blanco et al., 2007). El aislamiento y caracterización de mutantes de *Arabidopsis* con una resistencia incrementada o disminuida frente a hongos necrótrofos y vasculares sugiere que además de estas rutas, existen otras necesarias para la defensa frente a este tipo de patógenos (Tierens et al., 2002; Mengiste et al., 2003; Veronese et al., 2004). Por ejemplo, nuestro grupo ha demostrado que dos componentes de la resistencia no-huesped de *Arabidopsis* frente a hongos biotrófos (PEN2 and PEN3) son necesarios para una resistencia efectiva frente a hongos necrótrofos (Lipka et al., 2005; Stein et al., 2006; Bednarek et al., 2009; Sanchez-Vallet et al., 2010).

4. UTILIDAD DE LA PTI EN PROTECCIÓN VEGETAL

En los últimos años se ha estudiado en detalle la potencial utilidad de los MAMPs/PAMPs/DAMPs como inductores de resistencia, y se

han obtenido algunos resultados que validan la funcionalidad de la PTI en la planta modelo *Arabidopsis thaliana* (Bittel and Robatzek, 2007). Por ejemplo, se han identificado un número muy significativo de MAMPs/elicitores que son capaces de activar la resistencia en diferentes especies vegetales, y se ha demostrado que mutantes que carecen de los receptores correspondientes o plantas que presentan una sobreexpresión de los mismos son más susceptibles y resistentes a patógenos, respectivamente, que las plantas silvestres, lo que apoya el potencial tecnológico de la PTI. Uno de los grandes avances en la validación comercial de la tecnología PTI se ha producido recientemente mediante una prueba de concepto en cultivos (tomate, tabaco y patata) a los que se ha transferido un receptor PRR (EFR que reconoce elf18) desde la especie modelo *A. thaliana*. Notablemente, estos cultivos que expresan el receptor EFR presentan una mayor resistencia a diferentes tipos de bacterias patógenas (Lacombe et al., 2010).

Esta prueba de concepto permite afirmar que esta nueva tecnología de “preinmunización” o “vacunación” de las plantas está lista para su explotación comercial tanto en el área de la protección vegetal (comercialización de los MAMPs/DAMPs como OMDFs) como en el de la mejora vegetal (nuevas variedades vegetales que incorporen PRRs de interés). Esta tecnología también permitirá pre-activar los mecanismos naturales de defensa de las plantas con carácter preventivo para evitar ser colonizadas por lo patógenos, y complementar o sustituir el uso de productos fitosanitarios (fungicidas, bactericidas, etc.). Estos usos de esta tecnología le da un alto valor añadido por ser compatible tanto con la agricultura ecológica como la integrada. Estos y otros resultados apoyan el futuro de esta tecnología en protección vegetal, lo que ha generado un gran interés en el desarrollo de la misma, que se ha visto traducido en la creación de nuevas empresas, como es el caso de Plant Response Biotech S.L., una *spin-off* de la Universidad Politécnica de Madrid, cuyo principal objetivo es el desarrollo y comercialización de la tecnología PTI.

5. OTROS MECANISMOS DE RESISTENCIA INDUCIBLES DE UTILIDAD AGRÍCOLA

En plantas se han caracterizado varios tipos de resistencia inducible, y por lo tanto modulable, cuya base de funcionamiento es diferente a la de la PTI. Entre éstos los mejor caracterizados son: 1) la resistencia sistémica adquirida (*Systemic Acquired Resistance*, SAR), que se activa tras la infección de las plantas por patógenos que producen necrosis (Ryals et al., 1996); y 2) la resistencia sistémica inducida (*Induced Systemic Resistance*, ISR), que es activada tras la colonización de las raíces por determinadas cepas bacterianas (no patógenas) de la rizosfera (Pieterse et al., 2004). Todas estas resistencias se ha comprobado que son

funcionales en ensayos realizados con plantas modelo en laboratorio o con cultivos en invernadero, pero su utilidad agrícola está por determinar.

La **SAR** se activa local y sistémicamente tras la infección de la planta por patógenos que producen necrosis (virus, bacteria u hongos; Figura 2). La SAR se caracteriza por ser una resistencia de amplio espectro, es decir, que confiere resistencia no sólo al patógeno que la ha activado (p. ej. virus TMV), si no también a otros patógenos (p. ej. bacterias, hongos u oomicetos que produzcan lesiones necróticas). Se ha comprobado que la SAR es una resistencia duradera (activa durante días o semanas) en condiciones tanto naturales como de laboratorio, lo que la hacen muy atractiva desde un punto de vista agronómico.

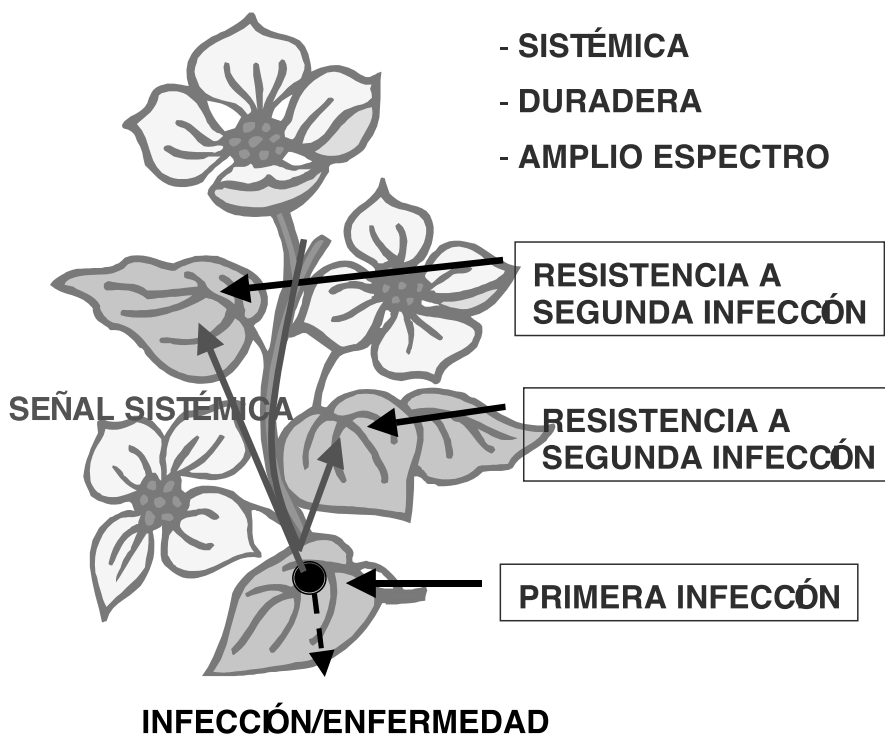


Figura 2: Resistencia Sistémica Adquirida (SAR). Se produce su activación tras la necrosis causada por un patógeno, confiriendo resistencia frente a una segunda infección. Se desconoce la señal sistémica de la SAR.

La activación de la SAR está acompañada de un incremento endógeno, local y sistémico, del ácido salicílico (SA). Esta acumulación de SA activa una serie de proteínas reguladoras, como NPR1, y factores transcripcionales que controlan la expresión de genes de defensa que codifican proteínas

PR (*Patogénesis Related*). La aplicación exógena de SA sobre la superficie de una planta es capaz de inducir una respuesta de defensa similar a la activada en la SAR. Se han identificado análogos estructurales del SA (p. ej. BION®, *harpin*, etc.) que también son capaces de activar la SAR cuando se aplican sobre la superficie de plantas de interés agronómico. Algunos de estos inductores de SAR se han comercializado con éxito dispar dependiendo de la especie vegetal y de las condiciones fisiológicas de la planta. Una de las posibles explicaciones a la falta de éxito comercial de esta tecnología podría estar relacionada con el impacto que la activación de la SAR tiene sobre la fisiología de la planta. Esto explicaría porque en la naturaleza no se encuentran plantas con una SAR activada de forma constitutiva dado el coste que tiene sobre el "fitness" de la planta.

La **ISR** se activa por determinadas cepas bacterianas del suelo (rizobacterias) que son capaces de colonizar las raíces de las plantas. Al igual que la SAR, la ISR es una resistencia sistémica, de amplio espectro (puede conferir protección frente a bacterias, hongos y algunos virus), y duradera en condiciones de laboratorio y de campo (Figura 3).

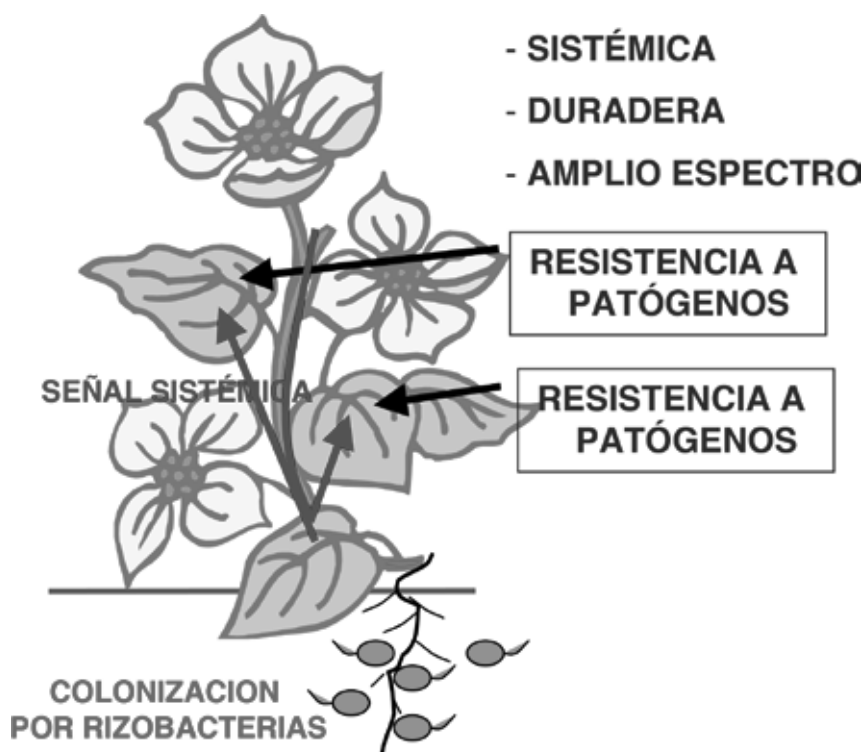


Figura 3: Resistencia Sistémica Incucida (ISR). Se produce su activación tras la colonización de las raíces por bacterias, confiriendo resistencia frente a diferentes patógenos. Se desconoce la señal sistémica de la ISR.

La activación de la ISR no depende de un incremento endógeno local y sistémico del SA. Por el contrario, dicha resistencia depende de las rutas reguladas por las hormonas etileno (ET) y ácido jasmónico (JA), siendo no operativa en plantas que tiene bloqueadas las rutas del ET y JA. Se han identificado diferentes cepas bacterianas de la rizosfera que son capaces de activar la ISR en diferentes especies de interés agronómico. En el último años se ha realizado por primera vez una caracterización detallada de las comunidades bacterianas existentes en la rizosfera de la especie modelo *A. thaliana*, comprobándose que estas varían notablemente dependiendo de las características del suelo en el que se cultive. Estos nuevos conocimientos permiten pensar en el diseño futuro de "comunidades artificiales de microorganismos" (*artificial bacterial communities*) que adicionadas a suelos agrícolas podrían mejorar notablemente la resistencia de los cultivos a enfermedades y su captación de nutrientes del suelo (Lebeis et al., 2012)

CONCLUSIONES FINALES

La nueva normativa europea sobre sustancias químicas está ya limitando el número y tipo de materias activas utilizables en protección de cultivos, lo que está afectando de forma notable a determinados cultivos agrícolas españoles. Este hecho junto con la necesidad de desarrollar una agricultura más sostenible hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías de protección de cultivos. Ante esta encrucijada la aplicación de los nuevos conceptos de inmunidad innata y resistencia inducida pueden dar respuesta a las demandas del sector. Esta tecnología es una realidad y debería contribuir al desarrollo de nuevos productos que se deberían comercializar como OMDFs, según la legislación que se espera apruebe el Estado Español. Legislación a tal efecto ya se ha aprobado y se aplica en países como Alemania, lo que anticipa el camino que este sector debería seguir en un futuro próximo.

Los avances tecnológicos y los conocimientos sobre las bases moleculares de la resistencia inducida vegetal permiten poner en el mercado nuevos productos con un conocimiento exhaustivo de su modo de acción. Una descripción detallada del modo de acción de los nuevos productos naturales que se desarrollarán para "modular a la carta" la resistencia de los cultivos, debería ser un requisito imprescindible para su comercialización. La tecnología disponible actualmente permite realizar esta caracterización. Por ello, la exigencia de una descripción detallada del modo de acción de los nuevos OMDFs se traducirá en que estos productos alcancen el prestigio que tienen otros como los fitosanitarios, cuya caracterización del modo de acción es un requisito necesario para su registro y comercialización. La implementación en España de la tecnología de inmunización o vacunación a la carta de los cultivos permitirá al sector

dar un salto de calidad y mejorar su competitividad al poder obtener productos agrícolas con cero residuos y desarrollar una agricultura más sostenible y competitiva.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de investigación realizado en el laboratorio del Dr. A. Molina está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España a través de los proyectos BIO2009-07161, EUI2008-03728 y PIM2010PKB-00749. Los Drs. A. Molina y L. Jordá son Co-Fundadores de Plant Response Biotech S.L., una empresa *spin-off* de la UPM.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovitch, R.B., Anderson, J.C., and Martin, G.B. (2006). Bacterial elicitation and evasion of plant innate immunity. *Nat Rev Mol Cell Biol* 7, 601-611.
- Adie, B.A., Perez-Perez, J., Perez-Perez, M.M., Godoy, M., Sanchez-Serrano, J.J., Schmelz, E.A., and Solano, R. (2007). ABA is an essential signal for plant resistance to pathogens affecting JA biosynthesis and the activation of defenses in Arabidopsis. *Plant Cell* 19, 1665-1681.
- Asselbergh, B., De Vleeschauwer, D., and Hofte, M. (2008). Global switches and fine-tuning-ABA modulates plant pathogen defense. *Mol Plant Microbe Interact* 21, 709-719.
- Bednarek, P., Pislewska-Bednarek, M., Svatos, A., Schneider, B., Doubek, J., Mansurova, M., Humphry, M., Consonni, C., Panstruga, R., Sanchez-Vallet, A., Molina, A., and Schulze-Lefert, P. (2009). A glucosinolate metabolism pathway in living plant cells mediates broad-spectrum antifungal defense. *Science* 323, 101-106.
- Berrocal-Lobo, M., and Molina, A. (2008). Arabidopsis defense response against *Fusarium oxysporum*. *Trends Plant Sci* 13, 145-150.
- Berrocal-Lobo, M., Molina, A., and Solano, R. (2002). Constitutive expression of ETHYLENE-RESPONSE-FACTOR1 in Arabidopsis confers resistance to several necrotrophic fungi. *Plant J* 29, 23-32.
- Bittel, P., and Robatzek, S. (2007). Microbe-associated molecular patterns (MAMPs) probe plant immunity. *Curr Opin Plant Biol* 10, 335-341.
- Cantu, D., Vicente, A.R., Greve, L.C., Dewey, F.M., Bennett, A.B., Labavitch, J.M., and Powell, A.L. (2008). The intersection between cell wall disassembly, ripening, and fruit susceptibility to *Botrytis cinerea*. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105, 859-864.

- Carpita, N., McCann, M., and Griffing, L.R. (1997). Back to the Walls. *Plant Cell* 9, 281-282.
- Colcombet, J., and Hirt, H. (2008). Arabidopsis MAPKs: a complex signalling network involved in multiple biological processes. *Biochem J* 413, 217-226.
- Chassot, C., Buchala, A., Schoonbeek, H.J., Metraux, J.P., and Lamotte, O. (2008). Wounding of Arabidopsis leaves causes a powerful but transient protection against Botrytis infection. *Plant J* 55, 555-567.
- Chinchilla, D., Zipfel, C., Robatzek, S., Kemmerling, B., Nurnberger, T., Jones, J.D., Felix, G., and Boller, T. (2007). A flagellin-induced complex of the receptor FLS2 and BAK1 initiates plant defence. *Nature* 448, 497-500.
- Chisholm, S.T., Coaker, G., Day, B., and Staskawicz, B.J. (2006). Host-microbe interactions: shaping the evolution of the plant immune response. *Cell* 124, 803-814.
- Denoux, C., Galletti, R., Mammarella, N., Gopalan, S., Werck, D., De Lorenzo, G., Ferrari, S., Ausubel, F.M., and Dewdney, J. (2008). Activation of defense response pathways by OGs and Flg22 elicitors in Arabidopsis seedlings. *Mol Plant* 1, 423-445.
- Dodds, P.N., and Rathjen, J.P. (2010). Plant immunity: towards an integrated view of plant-pathogen interactions. *Nat Rev Genet* 11, 539-548.
- Eulgem, T., and Somssich, I.E. (2007). Networks of WRKY transcription factors in defense signaling. *Curr Opin Plant Biol* 10, 366-371.
- Ferry, N., Edwards, M.G., Gatehouse, J.A., and Gatehouse, A.M. (2004). Plant-insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *Curr Opin Biotechnol* 15, 155-161.
- Glazebrook, J. (2005). Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. *Annu Rev Phytopathol* 43, 205-227.
- Godiard, L., Sauviac, L., Torii, K.U., Grenon, O., Mangin, B., Grimsley, N.H., and Marco, Y. (2003). ERECTA, an LRR receptor-like kinase protein controlling development pleiotropically affects resistance to bacterial wilt. *Plant J* 36, 353-365.
- Gomez-Gomez, L., Bauer, Z., and Boller, T. (2001). Both the extracellular leucine-rich repeat domain and the kinase activity of FSL2 are required for flagellin binding and signaling in Arabidopsis. *Plant Cell* 13, 1155-1163.

- Hernandez-Blanco, C., Feng, D.X., Hu, J., Sanchez-Vallet, A., Deslandes, L., Llorente, F., Berrocal-Lobo, M., Keller, H., Barlet, X., Sanchez-Rodriguez, C., Anderson, L.K., Somerville, S., Marco, Y., and Molina, A. (2007). Impairment of cellulose synthases required for Arabidopsis secondary cell wall formation enhances disease resistance. *Plant Cell* 19, 890-903.
- Holt, B.F., 3rd, Hubert, D.A., and Dangl, J.L. (2003). Resistance gene signaling in plants--complex similarities to animal innate immunity. *Curr Opin Immunol* 15, 20-25.
- Jones, J.D. (2001). Putting knowledge of plant disease resistance genes to work. *Curr Opin Plant Biol* 4, 281-287.
- Jones, J.D., and Dangl, J.L. (2006). The plant immune system. *Nature* 444, 323-329.
- Lacombe, S., Rougon-Cardoso, A., Sherwood, E., Peeters, N., Dahlbeck, D., van Esse, H.P., Smoker, M., Rallapalli, G., Thomma, B.P., Staskawicz, B., Jones, J.D., and Zipfel, C. (2010). Interfamily transfer of a plant pattern-recognition receptor confers broad-spectrum bacterial resistance. *Nat Biotechnol* 28, 365-369.
- Laurie-Berry, N., Joardar, V., Street, I.H., and Kunkel, B.N. (2006). The Arabidopsis thaliana JASMONATE INSENSITIVE 1 gene is required for suppression of salicylic acid-dependent defenses during infection by *Pseudomonas syringae*. *Mol Plant Microbe Interact* 19, 789-800.
- Lebeis, S.L., Rott, M., Dangl, J.L., and Schulze-Lefert, P. (2012). Culturing a plant microbiome community at the cross-Rhodes. *New Phytol* 196, 341-344.
- Lipka, V., Dittgen, J., Bednarek, P., Bhat, R., Wiermer, M., Stein, M., Landtag, J., Brandt, W., Rosahl, S., Scheel, D., Llorente, F., Molina, A., Parker, J., Somerville, S., and Schulze-Lefert, P. (2005). Pre- and postinvasion defenses both contribute to nonhost resistance in Arabidopsis. *Science* 310, 1180-1183.
- Llorente, F., Alonso-Blanco, C., Sanchez-Rodriguez, C., Jorda, L., and Molina, A. (2005). ERECTA receptor-like kinase and heterotrimeric G protein from Arabidopsis are required for resistance to the necrotrophic fungus *Plectosphaerella cucumerina*. *Plant J* 43, 165-180.
- Mengiste, T., Chen, X., Salmeron, J., and Dietrich, R. (2003). The BOTRYTIS SUSCEPTIBLE1 gene encodes an R2R3MYB transcription factor protein that is required for biotic and abiotic stress responses in Arabidopsis. *Plant Cell* 15, 2551-2565.
- Morillo, S.A., and Tax, F.E. (2006). Functional analysis of receptor-like kinases in monocots and dicots. *Curr Opin Plant Biol* 9, 460-469.

- Nurnberger, T., and Brunner, F. (2002). Innate immunity in plants and animals: emerging parallels between the recognition of general elicitors and pathogen-associated molecular patterns. *Curr Opin Plant Biol* 5, 318-324.
- Nurnberger, T., and Kemmerling, B. (2006). Receptor protein kinases--pattern recognition receptors in plant immunity. *Trends Plant Sci* 11, 519-522.
- Osorio, S., Castillejo, C., Quesada, M.A., Medina-Escobar, N., Brownsey, G.J., Suau, R., Heredia, A., Botella, M.A., and Valpuesta, V. (2008). Partial demethylation of oligogalacturonides by pectin methyl esterase 1 is required for eliciting defence responses in wild strawberry (*Fragaria vesca*). *Plant J* 54, 43-55.
- Pietersen, R., Thilo, L., and de Chastellier, C. (2004). *Mycobacterium tuberculosis* and *Mycobacterium avium* modify the composition of the phagosomal membrane in infected macrophages by selective depletion of cell surface-derived glycoconjugates. *Eur J Cell Biol* 83, 153-158.
- Robert-Seilaniantz, A., Navarro, L., Bari, R., and Jones, J.D. (2007). Pathological hormone imbalances. *Curr Opin Plant Biol* 10, 372-379.
- Ryals, J.A., Neuenschwander, U.H., Willits, M.G., Molina, A., Steiner, H.Y., and Hunt, M.D. (1996). Systemic Acquired Resistance. *Plant Cell* 8, 1809-1819.
- Sanchez-Vallet, A., Ramos, B., Bednarek, P., Lopez, G., Pislewska-Bednarek, M., Schulze-Lefert, P., and Molina, A. (2010). Tryptophan-derived secondary metabolites in *Arabidopsis thaliana* confer non-host resistance to necrotrophic *Plectosphaerella cucumerina* fungi. *Plant J* 63, 115-127.
- Sanchez-Vallet, A., Lopez, G., Ramos, B., Delgado-Cerezo, M., Riviere, M.P., Liorente, F., Fernandez, P.V., Miedes, E., Estevez, J.M., Grant, M., and Molina, A. (2012). Disruption of abscisic acid signalling constitutively activates *Arabidopsis* resistance to the necrotrophic fungus *Plectosphaerella cucumerina*. *Plant Physiol*.
- Shiu, S.H., Karlowski, W.M., Pan, R., Tzeng, Y.H., Mayer, K.F., and Li, W.H. (2004). Comparative analysis of the receptor-like kinase family in *Arabidopsis* and rice. *Plant Cell* 16, 1220-1234.
- Song, W.Y., Wang, G.L., Chen, L.L., Kim, H.S., Pi, L.Y., Holsten, T., Gardner, J., Wang, B., Zhai, W.X., Zhu, L.H., Fauquet, C., and Ronald, P. (1995). A receptor kinase-like protein encoded by the rice disease resistance gene, *Xa21*. *Science* 270, 1804-1806.
- Stein, M., Dittgen, J., Sanchez-Rodriguez, C., Hou, B.H., Molina, A., Schulze-Lefert, P., Lipka, V., and Somerville, S. (2006). *Arabidopsis*

- PEN3/PDR8, an ATP binding cassette transporter, contributes to non-host resistance to inappropriate pathogens that enter by direct penetration. *Plant Cell* 18, 731-746.
- Tena, G., Boudsocq, M., and Sheen, J. (2011). Protein kinase signaling networks in plant innate immunity. *Curr Opin Plant Biol* 14, 519-529.
- Thomma, B.P., Eggermont, K., Tierens, K.F., and Broekaert, W.F. (1999). Requirement of functional ethylene-insensitive 2 gene for efficient resistance of *Arabidopsis* to infection by *Botrytis cinerea*. *Plant Physiol* 121, 1093-1102.
- Thomma, B.P., Eggermont, K., Penninckx, I.A., Mauch-Mani, B., Vogel-sang, R., Cammue, B.P., and Broekaert, W.F. (1998). Separate jasmonate-dependent and salicylate-dependent defense-response pathways in *Arabidopsis* are essential for resistance to distinct microbial pathogens. *Proc Natl Acad Sci U S A* 95, 15107-15111.
- Tierens, K.F., Thomma, B.P., Bari, R.P., Garmier, M., Eggermont, K., Brouwer, M., Penninckx, I.A., Broekaert, W.F., and Cammue, B.P. (2002). *Esa1*, an *Arabidopsis* mutant with enhanced susceptibility to a range of necrotrophic fungal pathogens, shows a distorted induction of defense responses by reactive oxygen generating compounds. *Plant J* 29, 131-140.
- Veronese, P., Chen, X., Bluhm, B., Salmeron, J., Dietrich, R., and Mengiste, T. (2004). The BOS loci of *Arabidopsis* are required for resistance to *Botrytis cinerea* infection. *Plant J* 40, 558-574.
- Zipfel, C., Robatzek, S., Navarro, L., Oakeley, E.J., Jones, J.D., Felix, G., and Boller, T. (2004). Bacterial disease resistance in *Arabidopsis* through flagellin perception. *Nature* 428, 764-767.
- Zipfel, C., Kunze, G., Chinchilla, D., Caniard, A., Jones, J.D., Boller, T., and Felix, G. (2006). Perception of the bacterial PAMP EF-Tu by the receptor EFR restricts *Agrobacterium*-mediated transformation. *Cell* 125, 749-760.

ESPECIALIZACIÓN EN SANIDAD VEGETAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE ENFERMEDADES DE CULTIVOS

Rafael M. Jiménez Díaz

Catedrático de Patología Vegetal y

Presidente de la Asociación Española de Sanidad Vegetal

Premio Rey Jaime I de Medioambiente,

Fellow de la American Phytopathological Society,

de la Real Academia de Doctores de España

ETSIAM, Universidad de Córdoba, Campus de Excelencia Internacional

Agroalimentario ceiA3; e Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC

INTRODUCCIÓN: RAZÓN DE SER DE LA MEDICINA VEGETAL

Los cultivos agrícolas y forestales son afectados por enfermedades causadas por microorganismos infecciosos y agentes abióticos, así como por ataques de insectos y ácaros fitófagos y la competencia por espacio e insumos de la flora arvense (malas hierbas), que conjunta y globalmente ocasionan una pérdida media anual del 33 a 42% de la cosecha alcanzable de cultivos agrícolas (i.e., aquél que es determinado por factores limitantes como agua, nutrientes, radiación solar, etc.). Por ello, al igual que la ciencia y arte en la Medicina Veterinaria tratan de prevenir y curar las enfermedades de los animales, la producción agroforestal ha de ser protegida mediante la acción de un conjunto de ciencias que promuevan la Sanidad Vegetal, que conjuntamente determinan una verdadera Medicina Vegetal. Consecuentemente, son metas de la Medicina Vegetal: (i) Asegurar que las producciones agrícolas y forestales alcanzan el rendimiento determinado por el potencial genético de los cultivos y las masas forestales en el marco de las limitaciones físicas impuestas por ambientes variables; (ii) Contribuir a la sostenibilidad de los sistemas agro-forestales propiciando el uso eficiente de los insumos necesarios para la producción (Ej., material vegetal, agua, suelo, fertilizantes, energía, etc.); y (iii) Asegurar la sanidad y salubridad del producto cosechado.

El concepto de Medicina Vegetal no es nuevo, ni reciente, sino que se ha venido reclamando reiteradamente por estudiosos en diversos ámbitos académicos internacionales y nacionales. Por ejemplo, en lo concerniente a las enfermedades, hace tiempo que destacados fitopatólogos señalaron la necesidad de una actividad profesional en materia de Sanidad Vegetal comparable a la profesión veterinaria en la sanidad animal, a fin de asegurar que los nuevos conocimientos y tecnologías

proporcionados por la investigación fitopatológica alcanzan aplicación práctica eficiente. La tesis que subyace en esta conferencia es que la Medicina Vegetal es una disciplina agroforestal compleja, pero imprescindible, cuya aplicación eficiente requiere formación superior especializada porque los fenómenos que le conciernen: (i) Tienen gran significación económica y social; (ii) Están sujetos a cambios acusados en su naturaleza; y (iii) Son objeto de cautelas sociales por eventuales repercusiones negativas sobre la salud animal y humana y el medioambiente. Por razones de concreción, el desarrollo que sigue de dicha tesis se basa en el estudio de las enfermedades. Además, tesis y desarrollo se asientan en la convicción de que la percepción social acerca de la incidencia de las enfermedades sobre el crecimiento vegetal y la producción de alimentos, fibras y madera es aún insuficiente, o en el mejor de los casos se las concibe como fenómenos estáticos e invariables desde que fueron estudiados por vez primera. Todo ello determina, desafortunadamente, que las consideraciones estratégicas y tácticas de las instituciones públicas concernidas con la formación superior y técnica en las disciplinas que conforman la Medicina Vegetal, así como de aquellas implicadas en las intervenciones que han de promover a esta última, no sean necesariamente de la extensión, intensidad y acierto deseados.

Significación de las enfermedades en la producción agroforestal

Las enfermedades se caracterizan por ocasionar un malfuncionamiento de procesos fisiológicos como: (i) La absorción de agua y nutrientes minerales por el sistema radical (Ej., las Necrosis radicales causadas por los oomicetos *Phytophthora* spp., los hongos *Fusarium* spp., y los nematodos *Pratylenchus* spp.); (ii) La translocación del agua y nutrientes absorbidos en el xilema (Ej., Verticilosis y Fusariosis Vasculares); (iii) La actividad meristemática distorsionada por el desarrollo de Chancros de troncos y ramos, Tumores (Ej., *Agrobacterium tumefaciens*, *Ustilago maydis*) y Nodulaciones radicales (Ej., los nematodos del género *Meloidogyne*); (iv) La interceptación y absorción de radiación solar por tejidos fotosintéticos (Ej., Antracnosis, Manchas necróticas, Mildius, Oídios, y Royas; y (v) La eficiencia fotosintética y redistribución de asimilados (Ej., Carbones, Fitoplasmas, Mildius, Oídios, Royas, y Virus). Aunque la magnitud de las pérdidas de cosecha que ocasionan los ataques por enfermedades ha sido objeto de estimaciones más o menos precisas desde los años 1960s, la información más convincente sobre ello procede de estudios concienzudos por un grupo de científicos de la Universidad de Bonn, que durante los bienios 1988-1990, 1996-1998, y 2001-2003 han estimado las pérdidas globales ocasionadas por enfermedades, plagas y malas hierbas en los ocho cultivos más relevantes para la alimentación y la industria (algodón, arroz, café, cebada, maíz, patata, soja, y trigo), que en conjunto ocupan la mitad de la superficie cultivada en el mundo (Oerke et al.,

1994; Oerke y Dehne, 2004; Oerke, 2006). Dichos estudios concluyeron que, durante los bienios considerados, las enfermedades originaron una pérdida media anual de cosecha alcanzable del 12,3 a 13,3%, a la cual habría de sumarse al menos 10% de pérdidas adicionales del producto cosechado durante el almacenamiento y transporte, y todo ello a pesar de que en los cultivos muestreados se habían llevado a cabo prácticas de control.

Estimaciones más recientes basadas en la cosecha mundial de arroz, maíz, patata, soja y trigo en la campaña 2009/2010 son consistentes con las cifras anteriores, porque indican que las pérdidas originadas conjuntamente por epidemias de Necrosis de la panoja en arroz (*Magnaporthe oryzae*), Carbón del maíz, Mildiu de la patata (*Phytophthora infestans*), Roya de la soja (*Phakospora pachyrizi*) y Roya negra del tallo del trigo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), serían suficiente para haber alimentado al 8,5% de la población mundial (7.000 millones de personas) durante el año 2011 (Fisher et al., 2012).

Repercusión de las enfermedades sobre sectores importantes de la agricultura española

La incidencia de enfermedades también repercute negativa y significativamente sobre la producción agroforestal española. Ejemplos seleccionados de enfermedades importantes en sectores agrícolas de significación de la economía española son la Tristeza y la Mancha marrón de los cítricos, el Fuego bacteriano de manzano y peral, la Verticilosis del olivo, el Colapso del melón, y las Nodulaciones radicales de las hortalizas.

La Tristeza de los cítricos es causada por el virus CTV, cuyas poblaciones se componen de estirpes que varían en virulencia y son transmitidas de forma semipersistente por varias especies de pulgones. Probablemente, el CTV fue introducido en España en plantones de naranjo 'Navel' importados de California entre 1932 y 1935; sin embargo, los primeros ataques de Tristeza ocurrieron en 1957, tras los daños severos ocasionados por una helada el año anterior. Desde entonces, el CTV se extendió rápidamente en plantaciones de naranjo dulce y mandarinos injertados sobre patrón agrio en la Comunidad Valenciana (CV), dando lugar a incidencias de Tristeza de 11% en 1989 a 53% en 1998, y a la eliminación de cerca de 40 millones de árboles enfermos en el curso de un programa de reconversión citrícola con variedades certificadas sobre patrones tolerantes, con un coste de erradicación y lucro cesante de cosecha de 1.000 millones de euros (Cambra et al., 2000).

Las estirpes del CTV que han predominado en España hasta ahora son moderadamente virulentas, y tanto la severidad de los ataques de Tristeza como la velocidad de expansión del virus en la citricultura valenciana

han estado estrechamente vinculadas con ello y con la eficiencia con que dichas estirpes son transmitidas por los vectores del virus predominantes. Así, mientras que en el periodo anterior a 1985 predominaron especies ineficientes (*Aphis spiraecola*, *Toxoptera aurantii*), la extensión de la epidemias severas en años posteriores fue debida a la prevalencia de un vector más eficiente del virus, el pulgón negro del algodón *Aphis gossypii*. Por ello, la posibilidad de reemergencias de epidemias severas de Tristeza depende de la distribución en las zonas citrícolas españolas del recientemente introducido pulgón marrón de los cítricos (*Toxoptera citricida*), un vector mucho más eficiente que los anteriores y sobre todo transmisor de estirpes del CTV muy virulentas (Ej., 'seedling yellows'), cuya distribución en España parece restringida a cultivos de cítricos en la costa atlántica del cuadrante noroeste de la Península Ibérica (Hermoso de Mendoza et al., 2008)

Otra enfermedad importante, aunque más reciente, en la citricultura valenciana es la Mancha marrón causada por el hongo *Alternaria alternata* f. sp. *citri*. Esta enfermedad, que fue diagnosticada por vez primera en la CV en 1998, se ha extendido recientemente en la provincia de Huelva y afecta fundamentalmente a variedades e híbridos derivadas de mandarinos 'Dancy' (Ej., vars. Fortune, Nova, Minneola) (Vicent Civera, 2007). *Alternaria alternata* f. sp. *citri* infecta hojas y frutos, y la depreciación ocasionada por la infección de estos últimos ha tenido repercusiones importantes en el cultivo de mandarinas 'Fortune', de manera que las 161.000 t de ellas cosechadas en la campaña 1998/99 se han visto reducidas a 65.000 t en la campaña 2005/06, y a 46.331 t en la de 2009/10, i.e., inferior en 71% a la de 1998/99 (J. García Jiménez, comunicación personal).

Erwinia amylovora, una bacteria de cuarentena en la Unión Europea (UE) que causa el Fuego bacteriano de manzano y peral (Anonymous, 2000), fue introducida en el País Vasco en 1995 mediante plantas ornamentales importadas de Francia, desde donde se extendió hasta alcanzar las plantaciones de peral y manzano en Cataluña en 1998. La importancia del problema y el cumplimiento de la legislación en la UE y en España determinó la puesta en marcha en 1999 de un programa nacional para la detección y destrucción de árboles enfermos, bajo la supervisión de los Servicios de Sanidad Vegetal de las diferentes Comunidades Autónomas concernidas (Anónimo, 1999; 2005a,b). Subsiguientes introducciones de *E. amylovora* han propiciado la expansión de la bacteria en todo el territorio peninsular salvo Asturias, Galicia y Murcia (López et al., 2002). Dicha expansión ha determinado que la UE deje de considerar a Castilla-La Mancha, Castilla y León, y Navarra zonas protegidas respecto de *E. amylovora* en España. El coste estimado de las acciones de erradicación y de compensación a los agricultores han significado en Aragón cerca

de 0,5 millones de euros durante el periodo 2000-2003, comparado con los cerca de 368 millones de euros de la producción final de manzano y peral durante el mismo periodo en dicha Comunidad Autónoma de (Palacio-Bielsa et al., 2012).

La Verticilosis del olivo causada por el hongo *Verticillium dahliae* fue diagnosticada por primera vez en España en 1979, si bien la extensión de ataques de la enfermedad en olivares adultos observada en el curso de prospecciones realizadas en 1983 sugieren que la enfermedad ya estaba establecida en las provincias olivareras del Valle del Guadalquivir. En inspecciones recientes, la enfermedad se diagnosticó en 64 de 90 olivares elegidos arbitrariamente en las provincias de Córdoba, Jaén y Sevilla, con una incidencia media de Verticilosis en ellos de 20% de árboles afectados (López-Escudero et al., 2010). Tal extensión de la enfermedad, y la severidad de los ataques causados por un patotipo defoliante de *V. dahliae* predominante en Andalucía, hacen de la Verticilosis la enfermedad más amenazadora del olivo en España en la actualidad (Jiménez-Díaz et al., 2011; 2012). Las pérdidas económicas asociadas a los ataques de Verticilosis en olivo incluyen la muerte del árbol afectado y la reducción de la cosecha de frutos en aquéllos que sobreviven a la infección. Esta reducción, raramente considerada, fue estimada en Israel en un promedio de 75% del rendimiento alcanzable en olivares de 'Picual' de regadío de 3 a 5 años, en los que la incidencia de enfermedad en los 3 años de estudio varió entre 30 y 40% (Levin et al., 2003).

La denominación de Colapso del melón alude a la muerte súbita de la planta que habitualmente tiene lugar en estados avanzados del desarrollo del cultivo, cuando la demanda hídrica de la parte aérea no puede ser satisfecha porque la capacidad del sistema radical de absorber agua es reducida por la destrucción de las raicillas absorbentes. El Colapso afecta a cultivos de melón en prácticamente todas las zonas productoras en España, con incidencia media de plantas muertas de 5 a 53%, y ha sido el principal causante de la reducción progresiva de la extensión de su cultivo, que pasó de 73.400 ha en 1988 a sólo 38.900 en 2004. Una singularidad del Colapso del melón con respecto a las enfermedades tratadas anteriormente es la naturaleza compleja de su etiología, en la que intervienen varios hongos que residen en el suelo, incluyendo *Acremonium cucurbitacearum*, *Monosporascus cannonballus*, *Plectosphaerella cucumerina*, y *Rhizopycnis vagum*, entre los cuales los dos primeros son los más importantes (Armengol y García Jiménez, 2010).

Los nematodos fitoparásitos son a menudo referidos como los "enemigos ocultos" de las plantas, porque sus ataques no originan una sintomatología específica y dan lugar a un decaimiento generalizado del cultivo que frecuentemente se atribuye a deficiencias en la fertilidad del suelo o

la provisión de agua a la planta. Sin embargo, algunos de dichos nematodos, en particular los noduladores radicales del género *Meloidogyne* y los formadores de quistes de los géneros *Globodera* y *Heterodera*, destacan por el efecto devastador de sus ataques. Recientemente, Talavera et al. (2012) han estimado que el 18% de 120 explotaciones hortícolas representativas de las 37.000 ha cultivadas bajo invernadero en la provincia de Almería estaban infestadas por uno o más de las especies *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* o *M. javanica*, y que los ataques por estos nematodos originan una pérdida media de cosecha de 31,8%.

Repercusión de las enfermedades más allá de la reducción del rendimiento

La importancia de las enfermedades trasciende su repercusión negativa sobre las cosechas. De hecho, la historia de la Fitopatología está jalonada de ejemplos de enfermedades que han desempeñado un papel relevante en la historia de la Humanidad, porque han originado hambrunas, devastación y ruina económica de los agricultores, y desastres ecológicos; Ej., el Mildiu de la patata (*P. infestans*), el Mal de Panamá de la platanera (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*), y el Chancro del castaño (*Cryphonectria parasitica*).

Los ataques de Mildiu de la patata en Irlanda entre 1845 y 1847 causaron devastación de los cultivos, hambrunas y la muerte de más de 1 millón de personas, y la emigración de cerca de 1,5 millones de ellas a América del Norte (Ainsworth, 1981). El Mal de Panamá de la platanera es paradigma de cómo un cambio simple en la tecnología agrícola puede tener enorme trascendencia para la sanidad de un cultivo. La infección sistémica de la planta por el hongo causal, y la propagación asexual de ella mediante nuevos rizomas 'hijos', han contribuido a la amplia distribución del patógeno en las zonas de cultivo de platanera en el mundo y la infestación con él de suelos vírgenes (Ploetz, 1990), de manera que el Mal de Panamá es uno de los ejemplos más claros y convincentes de que el uso agrícola eficiente de suelos fértiles es puesto en riesgo por la introducción en ellos patógenos exóticos capaces de sobrevivir prolongadamente en ellos.

El Chancro del castaño es uno de los ejemplos más dramáticos de la devastación que puede causar la introducción de agentes fitopatógenos exóticos en un área geográfica nueva en la que existen plantas susceptibles con las cuales no han co-evolucionado. Además, el Chancro del castaño es paradigma de enfermedades de importante impacto negativa sobre el medio ambiente, porque ha arrasado extensas áreas forestales en América del Norte y Europa. La introducción de *C. parasitica* en EE UU a principios del siglo XX en plantones de *Castanea* spp. importados

de Asia propició su encuentro con el altamente susceptible castaño americano (*Castanea dentata*), la devastación de cerca de $3,5 \times 10^6$ ha de bosques con una tasa de expansión de 37 km/año, y la muerte de cerca de 3.500 millones de castaños en los 50 años siguientes a la introducción (Anagnostakis, 1988).

Enfermedades de las plantas y salubridad alimentaria

No menos importante que las repercusiones sobre el rendimiento y masas forestales, aunque de menor impacto social hasta fechas recientes, es la repercusión de las enfermedades sobre la salubridad alimentaria por la contaminación de las cosechas vegetales con microorganismos infecciosos o no, incluyendo la formación de micotoxinas y la contaminación con patógenos humanos. Las micotoxinas (Ej., aflatoxinas, deoxinivalenol, ergovalina, fumonisinas, lolitrenos, moniliformina, zearalenona, etc.) son metabolitos secundarios altamente tóxicos o potentes agentes carcinógenos en personas y animales domésticos, producidos por diversos hongos fitopatógenos [Ej., *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum*, especies del actualmente invalidado complejo *F. moniliforme* (i.e., *F. fujikuroi*, *F. proliferatum*, *F. sacchari*, *F. subglutinans*, *F. verticillioides*), etc.] en una variedad de cultivos afectados en el campo o durante el almacenamiento de las cosechas (Ej., cacahuete, cebada, maíz, soja, trigo, etc.), así como por hongos endófitos (Ej., *Epichloë festucae*, *Neotyphodium* spp.) que infectan sistémicamente plantas pascícolas (Ej., *Festuca* spp., *Lolium* spp.) (Nelson et al., 1993).

Un hecho reciente, de gran significación en dicho contexto, es la creciente preocupación social por la contaminación con patógenos humanos de productos vegetales de consumo en fresco (Ej.; albahaca, brotes germinados, espinaca, lechuga, etc.). Esta preocupación deriva del impacto que causó en EE UU en Octubre de 2006 una epidemia de trastornos abdominales, hemorragias, vómitos y síndrome ureico hemolítico asociados con el consumo de espinaca contaminada con la estirpe enterohemorrágica de *Escherichia coli* O157:H7, que fue seguida por episodios de Salmonelosis por la contaminación de *Salmonella enterica* en albahaca, brotes de semillas germinadas, lechuga, melón, pimiento, tomate etc., y de Gastroenteritis no bacteriana asociada con calicivirus entéricos (Norovirus) contaminantes de productos frescos (Barak e Ivey, 2011, Ivey y Bark, 2011). Ello ha promovido acciones por parte de la Sociedad Norteamericana de Fitopatología (APS) para estimular la investigación fitopatológica en productos cosechados, a fin de dilucidar si en las plantas se producen interacciones entre patógenos vegetales y humanos, y en su caso los mecanismos subyacentes (Ej., Symposium 'Human Pathogens Associated with Edible Plants' organizado en el Congreso de la

'International Association for Food Protection', Anaheim, California, 2010; y 'Human Pathogens on Plants Workshop', Hyattsville, Maryland, 2012).

La relevancia de brotes epidémicos de patógenos humanos relacionados con el consumo de productos vegetales (y también animales: car-paccios, hamburguesas, etc.) ha dado lugar a que sean recogidos por el programa 'ProMED-mail' ('Programme Monitoring Emerging Diseases') (<http://www.promedmail.org>), mediante el cual se difunden electrónicamente las alarmas de brotes de enfermedades infecciosa y exposiciones agudas a toxinas en personas, animales y plantas cultivadas. ProMED-mail opera como programa oficial de la International Society for Infectious Diseases y distribuye por correo electrónico a más de 60.000 subscriptores en 185 países, informes de variada procedencia que son supervisados y validados por un panel de expertos sobre enfermedades humanas, de animales y plantas que alcanza.

Cambios en los escenarios de la Medicina Vegetal

Uno de los aspectos que subyace en la escasa apreciación social de la Medicina Vegetal, y de la necesidad de formación especializada en las disciplinas que la conforman, es la consideración todavía arraigada en técnicos y profesionales de que los fenómenos que inciden sobre la Sanidad Vegetal no están sujetos a cambios y, en consecuencia, que la formación no especializada que recibieron antaño durante su educación universitaria es suficiente y no necesitada de los nuevos conocimientos que proporciona la moderna investigación científico-técnica en Medicina Vegetal.

Contrariamente a dicha consideración, durante las últimas décadas estamos siendo testigos de numerosos cambios en los fenómenos y escenarios que conciernen a la Medicina Vegetal, que repercuten de manera determinante sobre las estrategias y medidas de lucha necesarias para la protección del rendimiento de las producciones agro-forestales, y hacen imprescindible la mejora en la formación especializada para ser aplicadas eficientemente. Ejemplos de tales cambios son: (i) las enfermedades emergentes o re-emergentes; (ii) los impactos potenciales de las variaciones medioambientales; (iii) las nuevas formas de agricultura; (iv) las innovaciones en las tecnologías de producción agrícola (Ej., introducción de nuevos cultivos, variedades, y patrones, intensificación de las plantaciones, estrategias de laboreo, uso de cubiertas vegetales, tecnologías de regadío, mecanización de la cosecha, etc.); (v) las acciones legislativas como la Directiva 2009/128/CE/ relativa a la gestión integrada como estrategia fundamental para la Sanidad Vegetal y a la reducción en el uso de productos fitosanitarios; y (vi) las modificaciones en los paradigmas conceptuales sobre los agentes fitopatógenos.

1. ENFERMEDADES EMERGENTES Y ENFERMEDADES REEMERGENTES

Enfermedades emergentes son aquéllas cuya incidencia y severidad han aumentado recientemente, a menudo asociadas con agentes fitopatógenos que infectan nuevos cultivos; mientras que las re-emergentes son enfermedades causadas por patógenos ya conocidos y eficientemente controlados en los sistemas productivos, en las que la incidencia de factores recientes han determinado que causen de nuevo epidemias devastadoras y de impacto social (Fisher et al., 2012; Giraud et al., 2010). Ejemplos recientes de enfermedades emergentes o reemergentes a nivel mundial son la Muerte súbita de *Quercus* spp. (*Phytophthora ramorum*), el Huanglongbing ('citrus greening') de los cítricos (*Candidatus Liberibacter americanus*), la Roya de la soja (*Phakospora pachyrizi*), la enfermedad Cebra de la patata (*Candidatus Liberibacter solanacearum*), algunos virus del tomate [Ej., el *Virus de la clorosis* (ToCV), el *Virus de la clorosis infecciosa* (TICV), el *Virus del pepino dulce* (PeMV), y el *Virus del torrado* (ToTV)], etc.; y el Mildiu de la patata y tomate, la Necrosis de la espiga de cebada y trigo (*F. graminearum* s. str.), la Roya negra del tallo del trigo (*P. graminis* f. sp. *tritici* raza UG99), la Enfermedad de Pierce de la vid, la Tristeza de los cítricos (estirpes virulentas del CTV), etc. (Almeida et al., 2005; Fry y Goodwin, 1997; Halbert et al., 2004; Hanssen et al., 2010; McMullen et al., 1997; Vaidyanathan, 2011)

Casos similares a los descritos también han ocurrido en España, con la emergencia o re-emergencia de enfermedades como el Colapso del melón, la Podredumbre de raíces del pinsapo (*Heterobasidion abietinum*), la 'Seca' de encina y rebollo (*Phytophthora cinnamomi*), la Verticilosis de la alcachofa y olivo (*V. dahliae*), el Complejo de enfermedad de Petri de la vid, diversas virosis de cultivos hortícolas [Ej.; el Mosaico, Rizado amarillo de la hoja, y Torrado del tomate causados, respectivamente, por los virus PeMV, TYLCV y ToTV], los Jopos del girasol (*Orobanche cumana*) y de las leguminosas (*O. crenata*), y los ataques por *Meloidogyne* spp. (Cambra et al., 1998; García-Jiménez et al., 2010; Jiménez-Díaz et al., 2006; 2011; 2012; Sánchez et al., 2010).

1.1. Factores que inciden sobre la emergencia y reemergencia de enfermedades

La importancia de la emergencia y reemergencia de enfermedades causadas por agentes infecciosos trasciende su repercusión sobre la sanidad vegetal. De hecho, durante las dos últimas décadas destaca la prevalencia de emergencias de hongos infecciosos que han afectado severamente a poblaciones naturales de sus huéspedes y en ocasiones dado lugar a eventos de extinción (Ej., infecciones de anfibios por

el quitridiomiceto *Batrachochytrium dendrobatidis*; de murciélagos por el ascomiceto *Geomyces destructans*; de abejas por los microsporidios *Nosema* spp.; y de tortugas marinas por *Fusarium solani*). Un reciente análisis de más de 30.000 alertas ProMED durante el periodo 1995-2010 ha revelado un incremento de la prevalencia de alertas por hongos infecciosos, que ha sido del 0,4 al 5,4% del total de alertas en el caso de enfermedades de plantas y del 0,5 al 1,4% en las infecciones de animales (Fisher et al., 2012).

Conocer los factores que determinan la emergencia y reemergencia de enfermedades y comprender la naturaleza de su influencia ayudará sin duda a mejorar las expectativas para interferir dichos procesos. Un meta-análisis de emergencias y reemergencias de enfermedades basado en datos de ProMED durante el periodo 1996-2002, indica que a ellas contribuyen principalmente las introducciones de agentes causales exóticos o de estirpes de ellos de superior virulencia (57%), los cambios en el medio ambiente (24%), las tecnologías de producción (intensificación, cambios en las fechas de siembra, mínimo o no laboreo, regadío, rotaciones de cultivos, nuevas variedades, etc.) (9%), los cambios en las poblaciones de los vectores de los patógenos (Ej., la introducción de especies exóticas o de biotipos de ellas más eficientes, etc.) (7%) o en la estructura genética en las poblaciones del patógeno (mutaciones, recombinaciones, transferencia horizontal de genes, etc.) (2%), y los cambios en el hábitat (1%) (Anderson et al., 2004).

1.2. La introducción de patógenos y vectores exóticos y la emergencia y reemergencia de enfermedades

Uno de los primeros y más notables ejemplos de la repercusión de estirpes exóticas sobre la reemergencia de enfermedades fueron las sucesivas introducciones en los EE UU de biotipos exóticos de *P. infestans* altamente virulentos sobre patata y tomate y resistentes al fungicida metalaxil (Ej., los biotipos US-7 y US-8), que tuvieron lugar durante el periodo 1993-1997 en plántulas y frutos de tomate con infecciones latentes importados de Méjico (nótese que la importación de tubérculos de patata estaba prohibida), y cuya subsiguiente diseminación ocasionó epidemias devastadoras en extensa zonas de cultivo de patata (Fry y Goodwin, 1997).

Similarmente, la rápida y extensa diseminación de insectos vectores de ciertos virus y bacterias en áreas diferentes de las zona climáticas en las que prevalecen normalmente han determinado la ocurrencia de epidemias severas de virosis y bacteriosis vegetales. Por ejemplo: (i) la prevalencia del biotipo B de la mosca blanca *Bemisia tabaci* ha contribuido significativamente a la emergencia del Rizado amarillo de la hoja

del tomate (TYLCD) en la Cuenca Mediterránea e incluso en países más fríos, como Holanda; (b) la extensión del *Virus del bronceado del tomate* (TSWV) ha sido atribuida a la rápida expansión del trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*) combinada con el incremento de la resistencia a insecticidas en las poblaciones del insecto (Hanssen et al., 2010); y (c) el incremento de la prevalencia, incidencia y severidad de la Tristeza de los cítricos en Argentina, Brasil, Florida y Venezuela fue consecuencia de la introducción en estos países del pulgón marrón (*T. citricida*), que es altamente eficiente en la transmisión de estirpes muy virulentas del virus (Ej., 'seedling yellows', 'stem pitting') que estaban presentes en las zonas de producción pero habían permanecido indetectables hasta entonces porque son transmitida ineficientemente por otros pulgones vectores (Halbert et al., 2004; Rocha-Pena et al., 1995). De igual manera, la introducción de *Homalodisca vitripennis* (anteriormente *H. coagulata*) desde Méjico ha incrementado la incidencia y severidad de la Enfermedad de Pierce de la vid (*Xylella fastidiosa* subsp. *fastidiosa*) en California, como consecuencia de importantes repercusiones en la epidemiología de la enfermedad. Mientras que el vector autóctono *Graphocephala atropunctata* se alimenta preferentemente de tejidos foliares y transmite la bacteria sólo durante la primavera porque los adultos mueren a principios de Junio, *H. vitripennis* se alimenta de, y puede transmitir el patógeno a, tejidos leñosos durante la fase de reposo vegetativo de la vid en invierno, lo cual, unido a su mayor movilidad, propicia epidemias más tempranas y explosivas (Almeida et al., 2005).

La introducción de agentes fitopatógenos exóticos ha sido particularmente notable en España. Durante los últimos 20 años han sido introducidos en España al menos 45 nuevos fitopatógenos, incluyendo 13 hongos y oomicetos (*Fusarium circinatum*, *F. mangiferae*, *F. oxysporum* f. sp. *basilici*, *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani* f. sp. *cucurbitae* raza 1, *F. sterilihyphosum*, *Monilinia fructicola*, *Mycosphaerella nawae*, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Pestalotia stevensonii*, *Phytophthora hedraiandra*, *P. ramorum*, *P. tentaculata*), 11 bacterias y fitoplasmas (*Candidatus Liberibacter solanacearum*, *Clavibacter michiganense* pv. *sepedonicus*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, *Erwinia amylovora*, *Brenneria quercina*, *Pseudomonas viridiflava*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, *X. vesicatoria*, *Flavescencia dorada*, 'Stolbur'), 21 virus y viroides (Ej., CLSV, CVYV, FBNYV, CSVd, MNSV, PPV, PepMV, SBMV, ToTV, TSWV, TYLCV), y un nematodo (*Bursaphelenchus xylophilus*) (Ej., Cambra et al., 1998; Cambra y Palomo, 2011). Esta profusión de introducciones de patógenos exóticos es propiciada por la intensificación en el intercambio internacional de material vegetal, la desaparición de barreras fitosanitarias entre países miembros de la UE, la ineficiente certificación de material vegetal libre de infección,

y la lentitud en la puesta en práctica de acciones para impedir el establecimiento y dispersión de los nuevos patógenos.

La significación de las introducciones de patógenos exóticos trasciende la sola ocurrencia de una nueva enfermedad en uno o varios cultivos en el país o área de introducción. De hecho, con la introducción de patógenos exóticos subyace el potencial enfermedades devastadoras como consecuencia de: (i) encuentros entre patógenos y plantas que no han co-evolucionado, ejemplo de lo cual es el patosistema *C. parasitica*/*C. dentata* y la devastación que originó el Chancro en los bosques de castaño norteamericano referida anteriormente; y (ii) re-encuentros entre patógenos y plantas que tras co-evolucionar originalmente en determinados ambientes (i.e., *P. infestans*/patata en México y altiplanicies

andinas), se separaron geográficamente durante un periodo prolongado y vuelven a interaccionar en ambientes diferentes (Ej., las epidemias de Mildiu referidas anteriormente). Además, en el caso patógenos no especializados, como *Ph. ramorum*, *Ph. cinnamomi*, etc., la relevancia de las introducciones en nuevos hábitats concierne tanto el desarrollo de nuevas enfermedades en las plantas de su espectro de huéspedes conocido, como el desarrollo de nuevas enfermedades en plantas cuya susceptibilidad al patógeno introducido era desconocida hasta entonces, como han demostrado Moralejo et al. (2009) en su estudio sobre *Phytophthora* spp. prevalentes en viveros de plantas ornamentales en la Comunidad Valenciana y las Islas Baleares durante 2001-2006.

Finalmente, la profusión de introducciones de patógenos exóticos en nuevas áreas geográficas tiene el potencial de propiciar el desarrollo de híbridos inter-específicos en hongos y oomicetos, cuya frecuencia ha aumentado paralelamente a la de las introducciones, y cuyo descubrimiento es facilitado por la expresión de nuevas capacidades patogénicas y las tecnologías de análisis del ADN [Ej., *Melampsora medusae* x *M. occidentalis*/patogénico sobre *Populus* resistentes a *M. occidentalis*, *P. cambivora* x *P. fragariae* (= *P. alni*)/patogénico sobre alisos, *P. catorum* x *P. nicotianae*/patogénico sobre ornamentales, *V. dahliae* x *Verticillium* spp. (= *V. longisporum*)/patogénico sobre crucíferas, *Botrytis aclada* x *Botrytis byssoidea*/patogénico sobre cebolla] (Clewes y Barbara, 2008; Érsek y Nagy; 2008). Según Brasier (2000), la profusión de introducciones de especies fúngicas exóticas en un área propicia el establecimiento de hibridaciones con especies autóctonas de las que han estado geográficamente aisladas, porque las barreras genéticas entre ellas son más débiles que las existentes entre especies con-geográficas. Al desarrollo de nuevos patógenos por hibridación inter-específica hay que unir: (i) el que se produce de la asociación continuada de poblaciones naturales con huéspedes potenciales (Ej., adquisición de patogenicidad sobre

Gossypium hirsutum de poblaciones no patogénicas de *F. oxysporum* rizosféricas en *Gossypium* spp. silvestres en Australia (Wang et al., 2008); (ii) el asociado con el intercambio genético entre patógenos que comparten el mismo huésped [Ej., incremento de virulencia en *Pyrenophora tritici-repentis* (Mancha parda del trigo) por la transferencia horizontal de un gen de *Stagonospora nodorum* (Necrosis de las glumas del trigo) que codifica para la toxina huésped-específica ToxA]; y (iii) el llamado 'host jump' de patógenos entre cultivos próximos botánicamente relacionados [Ej., adquisición de patogenicidad sobre trigo de *M. oryzae* (anamorfo *Pyricularia grisea*), el agente causal de la Necrosis de la panoja del arroz, en Brasil y el estado de Kentucky] (Fisher et al., 2012).

Las negativas repercusiones de las introducciones de patógenos y vectores exóticos sobre la sanidad de las producciones agro-forestales que he puesto de manifiesto son merecedoras de un análisis cuidadoso respecto de las acciones que pueden contribuir a evitarlas. Ejemplo de ello es la denominada Declaración de Montesclaros adoptada por un numeroso grupo de patólogos forestales representantes de 17 países con ocasión de la reunión de la IUFRO (International Union of Forest Research Organizations; <http://www.iufro.org/>) de Mayo 2011, en la que "se reconoce que el tráfico internacional de material vegetal está incrementando el riesgo sobre la salud forestal a nivel mundial, según lo atestigua el incremento reciente y sin precedentes en el número de patógenos y fitófagos exóticos que globalmente están emergiendo en sistemas forestales naturales y artificiales, y se propone la supresión de todo el tráfico de plantas y productos vegetales que se cualifiquen constitutivos de alto riesgo para los ecosistemas forestales y sean de escaso beneficio económico general".

Puesto que para contrarrestar el riesgo de las introducciones y los nuevos patógenos son determinantes la pronta detección e identificación de los agentes exóticos y su rápida erradicación, a la eficiencia de dichas tareas contribuirían significativamente las acciones de formación especializada que propiciarán la disponibilidad de especialistas capacitados para monitorizar los escenarios de riesgo.

1.3. Influencia de las tecnologías agrícolas sobre la emergencia y reemergencia de enfermedades

Durante las últimas décadas, las innovaciones en las tecnologías agro-forestales que resultan de la investigación científico-técnica han propiciado avances sin precedentes en los rendimientos de los cultivos y masas forestales. Sin embargo, la investigación fitopatológica ha demostrado que la práctica de dichas innovaciones no está exenta de efectos colaterales negativos sobre la sanidad vegetal, que generalmente pasan

desapercibidos o no son adecuadamente valorados si no se posee una formación especializada adecuada. Por ejemplo, los ataques de la Necrosis de la espiga de cebada y trigo causada por el anamorfo *F. graminearum* s. str. del complejo de especies *Gibberella zeae* (un caso más de enfermedad re-emergente), que asolaron extensas zonas de cultivo de cebada, trigo blando y trigo duro de primavera en los EE UU durante el periodo de 1991 a 1995. Estos ataques, que originaron pérdidas de cosecha de 25 al 45% valoradas en más de 1.000 millones de dólares en una extensión de 4 millones de has., se han asociado a la acumulación progresiva de inóculo del patógeno en los restos de cultivos anteriores afectados, propiciada por las prácticas de no-laboreo y monocultivo, que coincidió con la prevalencia de un ambiente excepcionalmente húmedo durante los meses de Junio y Julio del periodo de tiempo referido, en los que la precipitación acumulada duplicó a la normal acaecida en años anteriores (McMullen et al., 1997).

En Andalucía, las modificaciones tecnológicas introducidas durante los últimos 15 años para modernizar la producción oleícola han propiciado la distribución extensa de un patotipo defoliante (D) de *V. dahliae*, altamente virulento y letal en olivo; incluyendo: (i) la extensión e intensificación de plantaciones de alta densidad (i.e., 600 a 1.500 árboles/ha) basadas fundamentalmente en dos variedades susceptibles (i.e., 'Arbequina y 'Picual'); (ii) el establecimiento de una industria viverista de olivo basada en el autoenraizado de dichas variedades sin la adecuada certificación sanitaria; y (iii) la extensión del regadío. Así, inspecciones fitosanitarias de viveros de olivo registrados por el Servicio de Sanidad Vegetal de la Dirección General de la Producción Agrícola de la Junta de Andalucía en el año 2006, utilizando un protocolo de detección molecular específico no destructivo (Mercado-Blanco et al., 2003), indicaron que en 5,5% de 612 viveros inspeccionados existían plantones asintomáticos infectados por *V. dahliae*. La significación de estos datos es considerable si se extrapolan al estado sanitario que puede prevalecer en la multitud de viveros de olivo no registrados que pululan en Andalucía. Estos resultados están sin duda relacionados con la sola exigencia en los viveros registrados de los requisitos de calidad CAC (*Conformitas Agraria Communitatis*) obligatoria en la UE (i.e., la mínima exigencia de calidad para la comercialización de material vegetal propagativo: acreditación viverista, ausencia de síntomas debidos a 'patógenos cualificados' o signos de ellos en los plantones, y tipo, vigor y tamaño satisfactorios en ellos), en lugar de establecer un verdadero programa oficial de certificación sanitaria de obligado cumplimiento.

La intensificación del regadío en el olivar andaluz también ha repercutido en el incremento de la prevalencia e incidencia de la Verticilosis del olivo en Andalucía, y en particular la del patotipo D de *V. dahliae*

(Jiménez-Díaz et al., 2011; 2012). Estudios recientes indican que la extensión de *V. dahliae* en las zonas olivareras ha propiciado que el patógeno infeste el agua de pozos, ríos, y estaciones de bombeo de las comunidades de regantes, y sea depositado por el agua de riego infestada distribuida por los goteros directamente en el sistema radical del árbol, donde se produce la infección (García-Cabello et al., 2012; Rodríguez y Bejarano, 2007). La diseminación de *V. dahliae* por el agua de riego y por las hojas caídas de árboles infectados por el patotipo defoliante, junto con la capacidad de éstas de actuar como fuente de inóculo, constituye un nuevo paradigma en la epidemiología y control de la Verticilosis del olivo, que no puede ser abordado con la consideración de enfermedad monocíclica con el suelo infestado y/o el material de plantación infectado como únicas fuentes de inóculo (Navas-Cortés et al. 2008).

La homogeneidad genética del huésped en extensas áreas de cultivo subsiguiente a exitosos programas de mejora genética determina la posibilidad de epidemias nuevas y severas. Por ejemplo, la Necrosis de la hoja del maíz [*Cochliobolus herostrophus*, anamorfo: *Bipolaris* (*Helminthosporium*) *maydis*], que originó pérdidas medias de cosecha superiores al 50% en zonas maiceras del Centro y Sur de los EE UU en 1970 (Ullstrup, 1972), es paradigma de la devastación que puede resultar por la coincidencia de homogeneidad genética en extensas áreas geográficas [i.e., maíz híbrido con el mismo citoplasma androestéril Tms (de 'Texas male sterility') en cerca del 85% del maíz cultivado] y la prevalencia de una estirpe del patógeno específicamente adaptada a ella (i.e., la raza T específicamente virulenta sobre plantas con dicho citoplasma). Irónicamente, una indudable mejora tecnológica que auspicia la utilización del vigor híbrido en el maíz, propició la demostración de uno de los principios que determinan el desarrollo de epidemias severas en los cultivos: la abundancia y homogeneidad genética en la planta susceptible opera a favor de los patógenos mejor adaptados sobre el genotipo vegetal predominante. La devastación causada por la raza T determinó que la Academia Nacional de Ciencias realizara un debate sobre la vulnerabilidad estratégica del cultivo de maíz en los EE UU, cuyas conclusiones respecto de la necesidad de diversificar las fuentes de citoplasma androestéril fueron acertadamente asumidas por la administración y la industria, en un ejemplo envidiable de crédito social a la investigación y la ciencia.

Similarmente, la superación de la resistencia conferida por escaso número de genes en variedades utilizadas extensa e intensamente tras exitosos programas de mejora genética, es un ejemplo más de la fragilidad que pueden subyacer en las innovaciones tecnológicas frente a eventos relacionados con la Sanidad Vegetal. Un ejemplo reciente de ello es el desarrollo en 1998 de una nueva raza de la Roya negra del tallo del trigo en Uganda, denominada UG99, por cuya capacidad de atacar el 90% de

todas las variedades de trigo cultivadas en el mundo es considerada una de las mayores amenazas para la producción de trigo y el aseguramiento de alimentos en la actualidad (Singh et al. 2011). Además, tras su primera detección se han identificado hasta siete variantes en un único linaje clonal que varían en virulencia sobre los genes de resistencia *Sr21*, *Sr24*, *Sr31* y *Sr36*, cuya dispersión por el aire, y posiblemente por intervención humana, ha propiciado que se extiendan desde Uganda a países limítrofes en el Este de África, así como a Irán, Sudán, Sudáfrica, Yemen y Zimbabwe. Recientemente, científicos del CIMMIT han alertado sobre la emergencia de razas de la Roya amarilla de la hoja del trigo (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) virulentas sobre el gen de resistencia *Yr27* existente en la mayoría de las variedades de trigo cultivadas, que además están adaptadas a ambientes más cálidos que los considerados hasta ahora umbrales para *P. striiformis* f. sp. *tritici*, que han causado epidemias severas y pérdidas de cosecha de hasta 40% en Azerbaiján, Etiopía, Irak, Siria, Tayikistán, y Uzbekistán (Hovmøller et al, 2011).

La Directiva 2009/128/CE y la gestión integrada de enfermedades

La Gestión Integrada de las enfermedades de las plantas (GIE) ha sido ampliamente deseada y perseguida desde que en 1959 se definiera el concepto para el control de pulgones en alfalfa en California. Sin embargo, la significación de la GIE se ha incrementado si cabe con la Directiva 2009/128/CE/ del Parlamento Europeo y del Consejo, en la que se establece la Gestión Integrada y el uso preferente de medios no químicos como estrategia fundamental de lucha contra enfermedades, plagas y malas hierbas, y se identifica una figura con formación académica especializada, el asesor, para llevar a cabo las recomendaciones para su puesta en práctica.

La GIE comprende la utilización combinada, secuencial o simultánea, de todas las medidas de lucha disponibles en acciones previas o posteriores a la siembra o plantación de un cultivo, y las estrategias para aplicarla deben ser percibidas por usuarios y legisladores de forma diferencial respecto de aquellas que son adecuadas para el control de plagas de fitófagos. De hecho, todavía son escasos los ejemplos convincentes de sistemas de producción agrícola en los que las estrategias de gestión integrada de enfermedades se hayan aplicado satisfactoriamente, en comparación con el éxito alcanzado por los entomólogos agrícolas en la gestión integrada de plagas (Zadoks, 2001). A esta circunstancia contribuye la tendencia a concebir de forma simplista las estrategias GIE, desestimando la complejidad inherente a las interacciones planta-patógeno y la influencia sobre ellas de ambientes variables (a diferencia de las plagas de fitófagos), a la que hay que unir el carácter preventivo de la mayoría de las medidas de lucha contra enfermedades (i.e., *basadas en*

evaluaciones de riesgo anteriores a la manifestación de los ataques y en la prevención, que no cura, de las afecciones) comparado con la acciones de intervención *a posteriori* en el caso de plagas de fitófagos.

Un ejemplo de estrategia GIE en el marco de la referida Directiva incluiría las acciones que siguen, respecto de las cuales los técnicos que intervengan han de tomar decisiones basadas en su conocimiento sobre los patosistemas en cuestión: (i) el diagnóstico exacto y rápido del agente(s) causal(s) implicado en la enfermedad o complejo de enfermedades; (ii) la evaluación de riesgos en la elección del lugar de siembra o plantación; (iii) la utilización de material vegetal certificado libre de patógenos; (iv) la utilización eficiente de variedades resistentes, independientemente de su nivel de resistencia; (v) la modificación de las prácticas de cultivo para evitar condiciones demasiado favorables para la enfermedad o para el patógeno; y (vi) la utilización de productos fitosanitarios y agentes microbianos para suplementar niveles de control insuficiente alcanzados por otras medidas de lucha.

Durante las dos últimas décadas, los avances en el conocimiento de los patosistemas agro-forestales derivados de la investigación fitopatológica han originado modificaciones sustanciales en algunos paradigmas conceptuales, que han ser trasladadas a los 'actores' que intervienen en los programas CIE a través de la formación especializada y de acciones de transferencia, porque la naturaleza de ellas influye de forma determinante sobre la aplicación y eficiencia de las estrategias GIE. Por ejemplo, la identificación de especies crípticas en complejos de morfo-especies fúngicas fitopatógenas (i.e., *grupos fúngicos morfológicamente indistinguibles para los que mediante análisis de concordancia de genealogías génicas se puede inferir aislamiento reproductivo*) es relevante para la etiología y diagnóstico de enfermedades que necesariamente han de preceder a las estrategias GIE, porque pueden albergar propiedades biológicas y fitopatológicas distintivas (Ej., diferencias en espectro de huéspedes, de virulencia en cultivos susceptibles, de sensibilidad a fungicidas, etc.). Ejemplos de complejos de especies de hongos y oomicetos fitopatógenos en los que se han identificado especies crípticas son: *Bremia lactucae* (Mildiu de la lechuga), *Hyaloperonospora parasitica* (Mildiu de las crucíferas), *Peronospora arborescens* (Mildiu de la adormidera), *Pythium irregulare* (Muerte de plántulas de hortalizas y ornamentales) entre otras, en Oomycota (Garzón et al., 2007; Voglmayr, 2008); y *Colletotrichum acutatum*, *F. solani*, *Gibberella fujikuroi*, *G. zae*, entre otras, en Mycota (Peres et al., 2008; O'Donnell, 2000; O'Donnell et al., 1998; 2004).

Similarmente, la caracterización a nivel subespecífico del agente causal también puede ser clave para la aplicación eficiente de estrategias GIE cuando a dicho nivel se pueden asociar características patogénicas

que determinan su papel etiológico. Por ejemplo, las poblaciones de *V. dahliae* y *Rhizoctonia solani* tienen una estructura clonal basada en la compatibilidad somática entre aislados del hongo, que da lugar al establecimiento de siete Grupos de Compatibilidad Vegetativa (VCGs: VC-G1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4A, 4B, y 6) en el primer caso y de 13 Grupo de Anastomosis (AG1 a AG13) en el segundo. Numerosos estudios han demostrado que en determinados VCGs de *V. dahliae* subyace adaptación patogénica a huéspedes preferenciales sobre los que son marcadamente virulentos, de manera que la caracterización de los VCGs de *V. dahliae* prevalentes en un área es de valor predictivo para el diseño de rotaciones de cultivos en ella. Por ejemplo, los aislados del VCG1A son muy virulentos y defoliantes sobre algodón y olivo, los del VCG2B son no-defoliantes y altamente virulentos sobre alcachofa y algodón, y los del VCG4A son particularmente virulentos sobre patata (Jiménez-Díaz et al., 2006; 2011; Korolev et al., 2008). Similarmente, los AGs de *R. solani* también están correlacionados con características patogénicas de sus aislados, de manera que los de AG6, AG7 y AG10 son no-patogénicos, los de AG3 y AG8 son específicos y muy virulentos sobre patata y trigo, respectivamente, y los de AG4 son patogénicamente inespecíficos (Cubeta y Vilgalys, 1997). En consecuencia, *la sola identificación específica de R. solani, V. dahliae o patógenos con características similares durante el proceso diagnóstico de enfermedades asociadas con dichas especies, es información insuficiente para el control eficiente de aquéllas.*

La utilización de variedades resistentes al patógeno es la medida de lucha más práctica, y económicamente eficiente para el control de enfermedades de cultivos y sin duda es clave para la aplicación de estrategias GIE, pero su uso es dificultado por la estructura de las poblaciones de los patógenos en razas patogénicas y patotipos que difieren en virulencia. Por ello, *la utilización eficiente de dichas variedades en un área de cultivo requiere conocimiento previo de las razas/patotipos del patógeno predominantes en ella*, para las cuales la investigación científica vienen desarrollando protocolos moleculares diagnósticos que hacen factible su caracterización a gran escala en extensas áreas de cultivo de las plantas huésped y la elección anticipada de las variedades de ellas más adecuadas para combatirlas (Ej., Jiménez-Díaz et al., 2011; Jiménez-Gasco et al., 2003).

Otro nuevo paradigma relevante en el uso de variedades resistentes para las estrategias GIE concierne la historia evolutiva del patógeno. Por ejemplo, avances recientes en filogenia molecular indican que la mayoría de las *formae speciales* del complejo de especies *F. oxysporum* son polifiléticas, de manera que en ellas la patogenicidad ha evolucionado en eventos múltiples e independientes (Baayen et al., 2000; O'Donnell et al., 1998). Que una *forma specialis* de *F. oxysporum* sea polifilética

tiene repercusiones importantes sobre las estrategias de desarrollo y utilización de variedades resistentes al patógeno, puesto que los diferentes linajes clonales de aquélla puedan albergar características patogénicas particulares y los genes de virulencia en el patógeno y de resistencia en la planta pueden ser distintos en áreas evolutivas diferentes. En consecuencia, *para patógenos con razas polifiléticas, las variedades mejoradas para resistencia contra las razas patogénicas con una historia evolutiva en un área geográfica determinada no son necesariamente eficientes en otras áreas donde las mismas razas tengan historias evolutivas diferentes* (Ploetz, 2006).

Con frecuencia, los tratamientos con fungicidas y las modificaciones de prácticas de cultivo son inadecuadamente concebidas como medidas de lucha simples y de eficiencia independiente de las características de los patosistemas sobre las que se aplican. Aunque los tratamientos fitosanitarios no son determinantes para el control de muchas enfermedades de plantas (Ej., Bacteriosis, Virosis, etc.), la utilización de materias activas fungicidas sigue siendo una tecnología necesaria para el control de numerosas micosis vegetales en cultivos estratégicos (Ej., cítricos, frutales, olivo, vid, cucurbitáceas y algunos otros cultivos hortícolas protegidos, etc.). Por ello, la aversión generalizada sobre el uso de fungicidas, insuficientemente razonada en la inmensa mayoría de los casos, debería ser reemplazada por la consideración en las recomendaciones para su aplicación de que *la eficacia y eficiencia de los tratamientos depende de las características biológicas y epidemiológicas de la enfermedad* (i.e., sistemas de predicción, oportunidad de los tratamientos según el desarrollo de las epidemias; susceptibilidad del cultivo, etc.), además de la adecuación indicada por las indicaciones recogidas en el formulado comercial. Por ejemplo, hace más de 30 años, las investigaciones pioneras de Fry (1975) demostraron que los ataques de Mildiu de la patata en variedades parcialmente resistentes pueden ser controlados eficientemente empleando algo más de un tercio de la dosis de Mancozeb, y la mitad de la cantidad total de materia activa, de las requeridas para alcanzar un nivel de control comparable en variedades susceptibles. Además, comparado con las variedades susceptibles, la disponibilidad de variedades parcialmente resistentes proporciona mayor flexibilidad al usuario en la elección de combinaciones de dosis y calendarios de tratamientos.

De igual manera, *la eficiencia de modificaciones en las prácticas de cultivo para el control de una enfermedad no es independiente de las características del patosistema sobre el que se aplican*. En Andalucía, la Fusariosis vascular del garbanzo (*F. oxysporum* f. sp. *ciceris*) se puede controlar adelantando la fecha de siembra para evitar que los estados iniciales de desarrollo del cultivo coincidan con temperaturas en el intervalo 20-25°C que favorecen ataques severos de la enfermedad; de

manera que la siembra en periodos fríos, a principio del invierno, retrasa el inicio, ralentiza el desarrollo, y reduce la cantidad total de enfermedad, comparado con las epidemias que se desarrollan en los cultivos de siembra habitual, a principio de primavera. Sin embargo, dichos efectos no tienen lugar si la raza del patógeno que infesta el suelo de siembra es altamente virulenta, en cuyo caso el control de la enfermedad mediante el adelanto de la fecha de siembra sólo es posible con cultivares moderadamente resistentes a aquélla. Además, el adelanto de la siembra sitúa al cultivo ante condiciones ambientales excepcionalmente favorables para otra enfermedad, la Rabia (*Didymella rabiei*). En consecuencia, la utilización eficiente de esta práctica de cultivo en una estrategia GIE requiere disponer de variedades de garbanzo resistentes a la Rabia y conocer anticipadamente las razas de *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* prevalentes en los lugares de aplicación y los niveles de resistencia a ellas en los cultivares agronómica y comercialmente de interés (Navas Cortés et al., 1998).

El nivel de complejidad que subyacen en el control integrado de una enfermedad en una planta que refleja el análisis anterior, se incrementa notablemente cuando las estrategias deben considerar conjuntamente el control de las varias enfermedades que pueden afectar al cultivo durante su desarrollo, y más aún si a éstas se suman el de las plagas y malas hierbas. Todo ello implica que *en la adecuación de las recomendaciones para la puesta en práctica de las estrategias GIE, y en general del manejo integrado de enfermedades, plagas y malas hierbas, subyace la necesidad de conocimientos específicos y formación especializada que trasciende la educación universitaria agro-forestal generalista.*

CONCLUSIONES

La información y argumentos presentados en las páginas anteriores indican convincentemente que las enfermedades, y por extensión las plagas y malas hierbas, repercuten negativa y significativamente sobre la productividad y salubridad de la producción agro-forestal, y que los escenarios para su control eficiente son de complejidad creciente y vinculados a aspectos inseparables de la actividad agraria (Ej., comercio internacional, innovaciones tecnológicas, legislación internacional, reclamaciones sociales, variabilidad ambiental y de los agentes, cualesquiera que sea su naturaleza, etc.). Estas consideraciones reafirman de forma incuestionable el compromiso de la Medicina Vegetal y los retos que ha de afrontar para satisfacerlo. *Satisfacer adecuadamente estos retos requiere mejoras en el conocimiento y tecnologías sobre los agentes causales y fenómenos que subyacen en el desarrollo de enfermedades, plagas e infestaciones por malas hierbas a través de la investigación científico-técnica, así como acciones que propicien su traslación durante la educación universitaria y técnica y su adaptación para la transferencia a los sectores profesionales*

y técnicos que intervienen en la sanidad agro-forestal. Uno de los elementos clave para el éxito en afrontar dichos retos radica en que los titulados que han de intervenir en acciones sobre la sanidad agro-forestal, y particularmente los asesores a los que la Directiva 2009/128CE/ asigna un cometido especialmente relevante en ello, *dispongan del nivel de especialización en Sanidad Vegetal adecuado y que dicha especialización reciba el reconocimiento profesional que corresponde a la disciplina Medicina Vegetal.* Sin embargo, y desafortunadamente, durante las sucesivas modificaciones de los planes de estudio de las titulaciones universitarias agro-forestales se ha venido produciendo una incomprensible y continuada erosión de las enseñanzas en las disciplinas de la Sanidad Vegetal, cuya extensión actual y la derivada de la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) no pueden ser comparadas sin sonrojo con la de los planes de estudio de hace 20 años. Un análisis reciente de las enseñanzas de la Sanidad Vegetal en España indica que el 25% de 81 itinerarios curriculares (especialidades u orientaciones) impartidos en 34 centros de 28 universidades no contiene ninguna asignatura obligatoria de Sanidad Vegetal, el 57% de aquéllos incluye una asignatura obligatoria de carácter general con carga lectiva de hasta 6 créditos, y el 18% de las 81 especialidades ofrece la enseñanza obligatoria de asignaturas de Sanidad Vegetal de 6 a 10,5 créditos (Recasens, 2011). Además de la escasez, dicho análisis refleja importantes diferencias y desequilibrios en la oferta de materias específicas en Sanidad Vegetal entre universidades, e incluso entre especialidades impartidas por un mismo centro, lo cual *pone en cuestión la extensión con que se podrán cumplir los requisitos que va a exigir la Directiva de la UE para la acreditación de los egresados como futuros asesores.* No deja de sorprender que tan *acusada reducción de las enseñanzas en Sanidad Vegetal se haya producido al tiempo que social y técnicamente aumenta el protagonismo de las estrategias GIE (y en general de GIP) en la producción agraria,* como consecuencia de su relevancia para la Agricultura Sostenible, insistentemente promovida en la formulación de políticas agrarias por las organizaciones internacionales más relevantes en el sector agrario (i.e., FAO, OCDE, UE, etc.).

Las carencias del nivel de especialización antes resaltado deberían ser resueltas en un contexto académico durante la formación universitaria de postgrado (Ej., programas magister, cursos específicos de reciclaje), en una lógica similar a la que está teniendo lugar en otros campos de la formación universitaria en España (Ej., titulaciones de Medicina y Derecho para la práctica profesional), y en otros países en el campo de la Medicina Vegetal a través de Programas de Postgrado Profesional [Ej., Doctor en Sanidad Vegetal, Universidad de Nebraska; Master en Protección de Cultivos, Universidad de Gottingen; Master en Fitiatría (Proyecto Tempus) de aplicación en varios países de la UE]. El establecimiento de oportunidades de especialización mediante programas magister y cursos

de reciclaje debería asegurar una formación teórico/práctica sobre los varios tipos de agentes causales (ácaros, bacterias, hongos y oomicetos, insectos, malas hierbas, nematodos, virus, etc.); su biología, ecología, y dinámica de poblaciones; la epidemiología de las enfermedades; estrategias y métodos de control; enfermedades, plagas y malas hierbas de cultivos estratégicos y su control; biotecnología aplicada a la Sanidad Vegetal, agro-meteorología; agroquímica y tecnologías de aplicación, etc., que condujera al *establecimiento de una verdadera profesión en Medicina Vegetal* (i.e., *Aplicación de los conocimientos y las tecnologías desarrollados por la investigación científico-técnica que capacite para la detección, identificación, diagnóstico y control de los problemas que afectan a la sanidad agro-forestal*), que debería ser formalmente reconocida por las administraciones públicas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Ainsworth, G.C. 1981. Introduction to the History of Plant Pathology. Cambridge Univ. Press. Londres, Reino Unido.
- Almeida, R.P.P., Winston, C., Hill, B.L., Hashim, J., y Pierce, A.H. 2005. Vector transmission of *Xylella fastidiosa* to dormant grapes. Plant Dis. 89:419-424.
- Anagnostakis, S.L. 1988. *Cryphonectria parasitica*, cause of chestnut blight. Advances in Plant Pathol. 6:123-136.
- Anderson, P.K., et al. 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. Trends Ecol. Evol. 19:535-544.
- Anónimo, 1999. Real Decreto 1201/1999, por el que se establece el programa nacional de erradicación y control del fuego bacteriano de las rosáceas. BOE 184:28784-28788, 3 agosto 1999.
- Anónimo, 2005a. Real Decreto 58/2005, por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros. BOE 19:2583-2665, 22 enero 2005.
- Anónimo, 2005b. Real Decreto 1512/2005, por el que se modifica el Real Decreto 1201/1999, de 9 de julio, por el que se establece el programa nacional de erradicación y control del fuego bacteriano de las rosáceas. BOE 312:43140-43141, 30 diciembre 2005.
- Anonymous, 2000. Council Directive 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread

- within the Community. Official Journal of the European Communities, L 169 43,1-112.
- Armengol, J., y García Jiménez, J. 2010. Colapso del melón asociado a hongos fitopatógenos. R. M. Jiménez Díaz y E. Montesinos Seguí, E. (Eds.). Enfermedades de las Plantas Causadas por Hongos y Oomicetos. Naturaleza y Control Integrado:149-160. Phytoma-España y SEF. Valencia.
- Baayen, R.P., O'Donnell, K., Bonants, P.J.M., Cigelnik, E., Kroon, L.P.N.M., Roebroeck, E.J.A., y Waalwijk, C. 2000. Gene genealogies and AFLP analyses in the *Fusarium oxysporum* complex identify monophyletic and nonmonophyletic formae speciales causing root rot and wilt diseases. Phytopathology 90:891-899.
- Barak, J., e Ivey, M.L. 2011. Research funded by USDA-NIFA in the area of human pathogen-plant interactions. Phytopathol. News 45(3):40-41.
- Brassier, C. 2000. Plant Pathology: The rise of hybrid fungi. Nature 405:134-135.
- Cambra, M., López, M.M. Jordá, C., y García, J. 1998. La fitopatología española en los últimos diez años. 10º Aniversario Phytoma España 100 (Junio/Julio):154-156.
- Cambra, M., y Palomo J. 2011. Los Servicios de Sanidad Vegetal y la Patología Vegetal: sus fortalezas y debilidades Phytoma España 233:69-70.
- Cambra, M., Gorris, M.T., Marroquín, C., Román, M.P., Olmos, A. Martínez, M.C., Hermoso de Mendoza, A., López, A., y Navarro, L. 2000. Incidence and epidemiology of *Citrus tristeza virus* in the Valencian Community of Spain. Virus Res. 71:85-95.
- Clewes, E, y Barbara, D.J. 2008. Two allopolyploid ascomycetes fungal pathogens were not rescued by vertical transmission. New Phytol. 177:583-585.
- Cubeta, M.A., y Vilgalys, R. 1997. Population biology of the *Rhizoctonia solani* complex. Phytopathology 87:480-484.
- Érsek, T., y Nagy, Z.A. 2008. Species hybrids in the genus *Phytophthora* with emphasis on the alder pathogen *Phytophthora alni*: a review. Eur. J. Plant Pathol. 122:31-39.
- Fisher, M.C., Henk, D.A., Briggs, C.J., Brownstein, J.S., Madoff, L.C., McCraw, S.L., y Gurr, S.J. 2012. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. Nature 484:186-194.

- Fry, W.E. 1975. Integrated effects of polygenic resistance and a protective fungicide on development of potato late blight. *Phytopathology* 65: 908-911.
- Fry, W.E., y Goodwin, S.B. 1997. Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. *Plant Dis.* 81: 1349-1357.
- García-Cabello, S., Pérez-Rodríguez, M., Blanco-López, M.A., y López-Escudero, F.J. 2012. Distribution of *Verticillium dahliae* through watering systems in widely irrigated olive growing areas in Andalucía. *Eur. J. Plant Pathol.* 133:877-885.
- García-Jiménez, J., Raposo, R., y Armengol, J. 2010. Enfermedades fúngicas de la madera de la vid. R. M. Jiménez Díaz y E. Montesinos Seguí, E. (Eds.). *Enfermedades de las Plantas Causadas por Hongos y Oomicetos. Naturaleza y Control Integrado*:161-173. Phytoma-España y SEF. Valencia.
- Garzón, C.D., Yáñez, J.M., y Moorman, G.W. 2007. *Pythium cryptoirregulare*, a new species within the *P. irregulare* complex. *Mycologia* 99:291-301.
- Giraud, T., Gladieux, P, y Gravilets, S. 2010. Linking the emergence of fungal plant diseases with ecological speciation. *Trends Ecol. Evol.* 25:387-395.
- Halber, S.E., Genc, H., Cevik, B., Brown, L.G., Rosales, I.M., Maujunath, K.L., Pomerinke, M., Davison, D.A., Lee, R.F., y Niblett, C.L. 2004. Distribution and characterization of *Citrus tristeza virus* in south Florida following establishment of *Toxoptera citricida*. *Plant Dis.*88: 935-941.
- Hanssen, I.M., Lapidot, M., y Thomma, B.P.H.J. 2010. Emerging viral diseases of tomato crops. *Mol. Plant-Microb. Interac.* 23:539-548.
- Hermoso de Mendoza, A., Álvarez, A., Michelena, J.M., González, P., y Cambra, M. 2008. Biología, dispersión, y enemigos naturales de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera, Aphididae) en España. *Bol. San. Veg. Plagas.* 34:77-87.
- Hovmøller, M.S., Sørensen, C.K., Walter, S., y Justensen, A.F. 2011. Diversity of *Puccinia striiformis* on cereals and grasses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 49:197-217.
- Ivey, M.L., y Bark, J. 2011. The public policy board is actively engaged in food safety. *Phytopathol. News* 45(1):9.
- Jiménez-Díaz, R.M., Olivares-García, C., Mercado-Blanco, J., Collado-Romero, M., Bejarano-Alcazar, J., Rodríguez-Jurado, D., Giménez-Jaime, A., García-Jiménez, J., y Armengol, J. 2006. Genetic and virulence

- diversity in *Verticillium dahliae* populations infecting artichoke in eastern-central Spain. *Phytopathology* 96: 288-298.
- Jiménez-Díaz, R.M., Olivares-García, C., Landa, B.B., Jiménez-Gasco, M.M., y Navas-Cortés, J.A. 2011. A region-wide analysis of genetic diversity in *Verticillium dahliae* infecting olive in southern Spain and agricultural factors influencing the distribution and prevalence of vegetative compatibility groups and pathotypes. *Phytopathology* 101:304-315.
- Jiménez-Díaz, R.M., Cirulli, M., Bubici, G., Jiménez-Gasco, M.M., Antoniou, P.P., y Tjamos, E. C. 2012. *Verticillium* wilt: A major threat to olive production. Current status and future prospects for its management. *Plan Dis. Feature Article* 96:304-329.
- Jiménez-Gasco, M.M., y Jiménez-Díaz, R.M. 2003. Development of a polymerase chain reaction-based assay for the identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and its pathogenic races 0, 1A, 5, and 6. *Phytopathology* 93:200-209.
- Korolev, N., Pérez-Artés, E., Mercado-Blanco, J., Bejarano-Alcázar, J., Rodríguez-Jurado, D., Jiménez-Díaz, R.M., Katan, T., y Katan, J. 2008. Vegetative compatibility of cotton-defoliating *Verticillium dahliae* in Israel and its pathogenicity to various crop plants. *Eur. J. Plant Pathol.* 122:603-617.
- Levin, A.G., Lavee, S., y Tsror (Lahkim), L. 2003. Epidemiology of *Verticillium dahliae* on olive (cv. Picual) and its effect on yield under saline conditions. *Plant Pathol.* 52:212-218.
- López M.M., P. Llop, V. Donat, J. Peñalver, A. Rico, A. Ortiz, J. Murillo, I. Llorente, E. Badosa and E. Montesinos, 2002. Chronicle of a disease foretold (that advances slowly): the 2001 Spanish situation. *Acta Horticulturae* 590:35-38.
- López-Escudero, F. J., Mercado-Blanco, J., Roca, J. M., Valverde-Corredor, A., y Blanco-López, M.A. 2010. *Verticillium* wilt of olive in the Guadalquivir Valley (southern Spain): relation with some agronomical factors and spread of *Verticillium dahliae*. *Phytopath. Mediterr.* 49:370-380.
- MacMullen, M.P., Jones, R., y Gallenberg, D. 1997. Scab of wheat and barley: A re-emerging disease of devastating impact. *Plant Dis.* 81: 1340-1348.
- Mercado-Blanco, J., Rodríguez-Jurado, D., Parrilla-Araujo, S., y Jiménez-Díaz, R.M. 2003. Simultaneous detection of the defoliating and nondefoliating *Verticillium dahliae* pathotypes in infected olive plants by duplex, nested polymerase chain reaction. *Plant Dis.* 87:1487-1494.

- Moralejo, E., Pérez-Sierra, A.M., Álvarez, L.A., Belbahri, L., Lefort, F., y Descals, E. 2009. Multiple alien *Phytophthora* taxa discovered on diseased ornamental plants in Spain Plant Pathol. 58:100-110.
- Navas-Cortés, J., Landa, B.B., Mercado-Blanco, J., Trapero-Casas, J.L., Rodríguez-Jurado, D., y Jiménez-Díaz, R.M. 2008. Spatio-temporal analysis of spread of infections by *Verticillium dahliae* pathotypes within a high tree-density olive orchard in southern Spain. Phytopathology 98:167-180.
- Navas-Cortés, J.A., Hau, B., y Jiménez-Díaz, R.M. 1998. Effect of sowing date, host cultivar and race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on development of Fusarium wilt of chickpea. Phytopathology 88:983-991.
- Nelson, P.E., Desjardins, A.E., y Platter, R.D. 1993. Fumonisin, mycotoxins produced by *Fusarium* species. Annual Rev. Phytopathol. 31: 233-252.
- O'Donnell, K. 2000. Molecular phylogeny of the *Nectria haematococca-Fusarium solani* species complex. Mycologia 92:919-938.
- O'Donnell, K., Cigelnik, E., y Nirenberg, H.I. 1998. Molecular systematics and phylogeography of the *Gibberella fujikuroi* species complex. Mycologia 90:465-493.
- O'Donnell, K., Kistler, H.C., Cigelnik, E., y Ploetz, R.C. 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 95:2044-2049.
- O'Donnell, K., Ward, T.J., Geiser, D.M., Kistler, H.C., y Aoki, T. 2004. Genealogical concordance between the mating type locus and seven other nuclear genes supports formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade. Fungal Genet. Biol. 41:600-623.
- Oerke, E.-C., Weber, A., Dehne, H.-W., y Schönbeck, F. 1994. Conclusions and perspectives. Pgs. 742-770 en: E.-C. Oerke, H.-W. Dehne, F. Schönbeck, y A. Weber, (eds.). Crop Production and Crop Protection. Elsevier. Amsterdam, Holanda
- Oerke, E.-C., y Dehne, H.-W. 2004. Safeguarding production losses in major crops and the role of crop protection. Crop Prot. 23:275-285.
- Oerke, E.-C., 2006. Crop losses to pests. J. Agric. Sci. 144:31-43.
- Palacio-Bielsa, A., López-Quílez, A., Llorente, I., Ruz, L., López, M.M., y Cambra M.A.. 2012. Bases for an efficient prevention of fire blight

- dissemination and for successful eradication of *Erwinia amylovora* in Aragón (Spain). *Phytopathol. Mediterr.* (en prensa)
- Peres, N.A., Mackenzie, S.J., Peever, T.L., y Timmer, L.W. 2008. Post bloom fruit drop of citrus and Key lime anthracnose are caused by distinct phylogenetic lineages of *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 98:345-352.
- Ploetz, R.C (ed.). 1990. *Fusarium Wilt of Banana*. APS Press. St. Paul. MN, EEUU
- Ploetz, R.C. 2006. *Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as Fusarium oxysporum f. sp. cubense*. *Phytopathology* 96:653-656.
- Recasens, J. 2011. La docencia en Protección de Cultivos en los nuevos grados y posgrados en Ingenierías Agrarias de las universidades españolas. *Phytoma España* 224:13-17.
- Rocha-Pena, M.R., Lee, R.F., Lastra, R., Niblett, C.L., Ochoa-Corona, F.M., Garnsey, S.M., y Yokomi, R.K. 1995. Citrus tristeza virus and its aphid vector *Toxoptera citricida*: Threats to citrus production in the Caribbean, and Central and North America. *Plant Dis.* 79:437-445.
- Rodríguez Jurado, D., y Bejarano Alcázar, J. 2007. Dispersión de *Verticillium dahliae* en el agua utilizada para riego de olivares en Andalucía. *Bol. San. Veg. Plagas* 33:547-562.
- Sánchez, M.E., Fernández-Rebollo, P., y Trapero, A. 2010. Podredumbre radical de la encina y el alcornoque. R. M. Jiménez Díaz y E. Montesinos Seguí, E. (Eds.). *Enfermedades de las Plantas Causadas por Hongos y Oomicetos. Naturaleza y Control Integrado*:135-148. Phytoma-España y SEF. Valencia.
- Singh, R.P., Hodson, D.P., Huerta-Espino, J., Jin, Y., Bhavani, S., Njau, P., Herrera-Foessel, S., Singh, P.K., Singh, S., y Govindan, V. 2011. The emergence of UG99 races of the stem rust fungus is a threat to world wheat production. *Annu. Rev. Phytopathol.* 49:465-481.
- Talavera, M., Sayadi, S., Chirisa-Ríos, M., Salmerón, T., Flor-Peregrín, E., y Verdejo-Lucas, S. 2012. Perception of the impact of root-knot nematode-induced diseases in horticultural protected crops of south-eastern Spain. *Nematology* 14:517-527.
- Ullstrup, A. 1972. The impacts of the southern corn leaf blight epidemics of 1970-1971. *Annu. Rev. Phytopathol.* 10:37-50.
- Vaidyanathan, G. 2011 (Junio). The wheat stalker. *Nature* 474:563-565.

- Vicent Civera, A. 2007. Etiología y Control de la Mancha Marrón de los Cítricos en España. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Voglmayr, H. 2008. Progress and challenges in systematics of downy mildews and white blister rusts: new insights from genes and morphology. *Eur. J. Plant Pathol.* 122:3-18.
- Wang, B., Brubaker, C.L., Tate, W., Woods, M.J., y Burdon, J. J. 2008. Evolution of virulence in *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* using serial passage assays through susceptible cotton. *Phytopathology* 98:296-303.
- Zadoks, J.C. 2001. IPM philosophy: an appraisal of pros and cons in botanical epidemiology. Pgs. 76-88 en: Proc. 8th International Workshop on Plant Disease Epidemiology "Understanding Epidemics for Better Disease Management". Ouro Preto, Brasil. Mayo 6-11.

EXPERIENCIAS DE FORMACIÓN DE POSTGRADO EN SANIDAD VEGETAL

Ramón Albajes

*Universitat de Lleida, Centre AGROTECNIO,
coordinador del máster en Protección Integrada de Cultivos*

1. EL EEES: ESTRUCTURA CÍCLICA DE LAS ENSEÑANZAS

Con la finalidad de favorecer la movilidad entre países de los estudiantes y profesores universitarios europeos y de los profesionales resultantes, a la vez que atraer estudiantes de fuera de Europa, a principios de este siglo se pone en marcha el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) coloquialmente conocido como Plan Bolonia.

Entre otras novedades, el EEES consagra en Europa la enseñanza cíclica que estaba ya imperante en algunas zonas europeas. El titulado europeo puede optar a terminar sucesivamente tres ciclos. La Figura 1 esquematiza ese sistema cíclico indicando los créditos de cada uno de ellos; cada crédito europeo ECTS (European Credit Transfer System) supone que el estudiante debe dedicar 25 horas a la materia de los cuales una parte será enseñanza presencial (es habitual que por término medio sean 10 horas) y el resto, horas de prácticas personales, estudio, búsqueda de información y redacción de informes y otras actividades académicas.

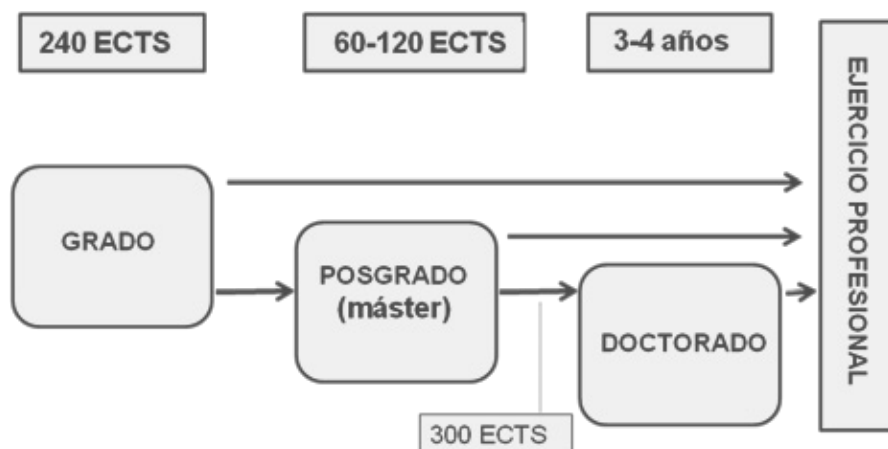


Figura 1: Esquema del sistema cíclico en el EEES. Número de ECTS necesarios para alcanzar la titulación y pasar al ciclo siguiente. Para pasar al doctorado es necesario haber completado 300 ECTS entre grado y posgrado.

El grado se obtiene después de completar 240 ECTS, tras el cual el/la estudiante/a accede al posgrado cuya duración varía entre un mínimo de 60 y 120 ECTS según el tipo de máster y la universidad. La mayor parte de becas de doctorado son hoy en día de 3 años –con la honrosa excepción de las del Ministerio de Economía y Competitividad (FPI y FPU)– y su obtención obliga a los candidatos a haber superado por lo menos 60 ECTS de posgrado. Es evidente que este acortamiento de las becas de doctorado va a comportar al acortamiento de las tesis doctorales, esperamos que no de su calidad. Con la finalización de cualquiera de los tres ciclos se accede al ejercicio profesional aunque, lógicamente, con una cualificación y especialización distintas.

2. LA FORMACIÓN EN SANIDAD VEGETAL EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA

Los grados españoles más directamente relacionados con la Sanidad Vegetal por su contenido son las ingenierías agrícolas, agrarias, agroalimentarias o denominaciones similares y, en menor medida, las ingenierías forestales. No voy a entrar a describir estos grados pero en general tienen materias relacionadas con la sanidad vegetal que juntas no sobrepasan los 9 ECTS. En el artículo de Recasens (2010)¹ puede verse con más detalle la formación en sanidad vegetal que se da en los grados españoles actuales, salvo modificaciones habidas en los últimos dos años. Se aprecia por tanto que casi ningún grado español en ingenierías agrícolas y similares ofrece en materias obligatorias los mínimos requisitos para que sus titulados puedan ser habilitados como asesores en la llamada Gestión Integrada de Plagas (GIP), una figura que va a ser obligatoria para prescribir en sanidad vegetal en la agricultura española dentro de un par de años según el **Real Decreto** 1311/2012, de 14 de septiembre de uso Sostenible de Productos Fitosanitarios. En dicho RD se establece que las nuevas titulaciones habilitantes para asesores en GIP deben tener un número de 40 ECTS en producción vegetal, de los cuales por lo menos 12 deben ser materias de sanidad vegetal.

El posgrado en sanidad vegetal en la universidad española gravita actualmente, si no ha habido novedades en el presente curso 2012-2013, sobre dos másteres generalistas en producción vegetal con una rama de especialización en protección vegetal en las Universidades de Córdoba y Politécnica de Valencia y sobre todo en el único máster específico de Sanidad Vegetal que imparten las universidades de Lleida, Jaume I de Castelló y de Girona con la colaboración de las universidades Politécnica de

1. Recasens, J. 2010. La docencia en protección de Cultivos en los nuevos grados y posgrados en ingeniería agraria de las universidades españolas. *Phytoma España* 224: 13-17.

Catalunya, la Pública de Navarra y la de la Rioja. Más abajo se dan más detalles de este máster y de sus resultados.

3. EL DISEÑO DEL POSGRADO UNIVERSITARIO EN SANIDAD VEGETAL

El aprendizaje cíclico del EEES supone dar respuesta a dos retos. El primero se refiere a que cada ciclo pueda recibir titulados diversos del ciclo anterior. Así, el posgrado pueda especializar a titulados provenientes de grados distintos aunque, lógicamente, relacionados. El segundo reto se refiere a la necesidad de que en cada ciclo el titulado tenga la formación pertinente para ejercer eficazmente la profesión y al mismo tiempo haya adquirido las bases para continuar su formación universitaria hacia una mayor especialización.

Hablemos en primer lugar del reto de la diversidad de procedencia curricular. La de sanidad vegetal es una profesión compleja. La formación de los profesionales en ese campo debe contemplar, como mínimo, los fundamentos científicos y la tecnología propia de la agronomía, y de cada una de las tres disciplinas fundamentales de la Sanidad Vegetal que son la Malherbología, la Patología Vegetal y la Entomología Agrícola, además de toda aquella tecnología ligada a las técnicas de control, sea de la mecanización, química o de la biológica. Indudablemente la formación que contempla con mayor amplitud esa diversidad la suministran los grados en ingenierías agrícolas *sensu lato*, aun a pesar de la insuficiente oferta de materias de sanidad vegetal apuntada más arriba. Ello se plasma en que la mayor parte de estudiantes que recibimos en nuestro máster de Protección Integrada de Cultivos (www.ipm.udl.cat) sean de ingenierías técnicas agrícolas (el antecesor de los actuales grados de ingenierías agrícolas). Sin embargo, hay un número apreciable de estudiantes que vienen de otras titulaciones tales como ingenierías forestales o de licenciaturas en biología (Figura 2). Los ingenieros agrónomos que siguieron el máster buscaban una mayor especialización de la conseguida en su titulación de procedencia u obtener los créditos de máster suficientes para acceder al doctorado.

La diversidad de titulaciones de acceso al máster PIC obliga, a su vez, a diversificar la oferta docente del máster. Así, los licenciados en biología suelen acceder con una buena base de los conocimientos biológicos de los artrópodos, microorganismos patógenos y plantas aunque con insuficiente relación de los mismos con los problemas de plagas, enfermedades y malas hierbas y su control a la vez que adolecen, como es lógico, de excesiva lejanía con la agronomía de los sistemas agrícolas. En esos casos debe suministrárseles una gama de materias optativas que les permitan rellenar esas lagunas. De igual manera, los ingenieros

técnicos (y probablemente los graduados en ingenierías agrícolas que van a empezar a acceder al máster muy próximamente) provienen de universidades distintas y en general con unas bases científicas insuficientes de las disciplinas básicas de la sanidad vegetal o incluso con un desconocimiento exagerado de las propias materias si provienen de ingenierías técnicas de industrias o mecanización.

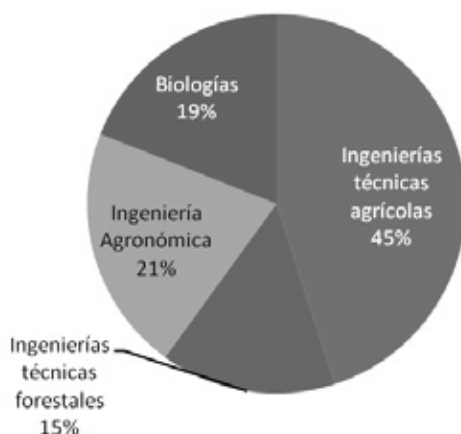


Figura 2: Titulaciones de procedencia de los estudiantes del máster de Protección Integrada de Cultivos. Media de los seis años de vida del máster (2007-2012).

No hay duda que la coexistencia en el máster de titulados de procedencia diversa concede una riqueza al aula de la que pueden beneficiarse el conjunto de los estudiantes. Sin embargo la necesidad de diversificar la optatividad para cubrir en lo posible las lagunas de procedencia encarece la disponibilidad de docentes y choca a menudo con la reglamentación de las universidades que intenta limitar la oferta de materias optativas.

El segundo reto que señalamos en el diseño del posgrado en sanidad vegetal se refiere a la necesidad de que el posgraduado tenga la formación pertinente para ejercer eficazmente la profesión y al mismo haya adquirido las bases para continuar su formación universitaria y acceder al doctorado. Como puede apreciarse en la Figura 3, esos diversos destinos del titulado en el máster de Protección Integrada de Cultivos tienen porcentajes significativos.

La mayor parte de los titulados en el máster PIC han encontrado empleo en el sector profesional de sanidad vegetal, sea en el privado de empresas del sector, sea en puestos de la administración pública. Sin embargo, un porcentaje notable ha optado y obtenido becas para realizar la tesis doctoral. Finalmente, unos cuantos permanecen en el mismo tipo

de trabajo al que tenían cuando se matricularon en el máster. La oferta de optativas y el Trabajo fin de Máster (TFM) pueden dar respuesta diferencial a la vocación de cada estudiante, si es que ésta es lo suficientemente definida antes de empezar el máster, lo cual no siempre ocurre.



Figura 3: Destino de los egresados del máster de Protección de Cultivos (2007-2011)

4. LA IMPLICACIÓN DEL SECTOR PROFESIONAL DE SANIDAD VEGETAL EN LA FORMACIÓN DE POSGRADO Y EN LA FORMACIÓN CONTINUA

Tanto la empresa de sanidad vegetal como la administración, especialmente la primera, ha expresado repetidamente la necesidad de la formación continua en sus técnicos (véase al respecto las conclusiones de un encuentro que el máster ha tenido recientemente con las empresas para prospectar las vías de colaboración y que incluimos más adelante).

La formación continua tiene unas necesidades bastante diferentes a las del posgrado o así al menos lo expresan la empresa y la administración. Suele ser mucho más centrada en los aspectos más novedosos y cambiantes de la profesión, no puede exigir en el técnico largos periodos de ausencia en el trabajo (exigencia que puede paliarse con la oferta de formación no presencial) y debe evitar el centrarse en periodos del año de mucha carga de trabajo. La respuesta desde las universidades a las necesidades de formación continua se ha empezado a abordar sólo en los últimos años y de momento carece en general de organización reglada. Sería bueno que la formación de posgrado pudiera combinarse con la formación continua sin menoscabo de la capacidad formativa de ambas.

Como quedó mencionado más arriba, el **Real Decreto** 1311/2012 de uso Sostenible de Productos Fitosanitarios crea la figura de asesor en la llamada Gestión Integrada de Plagas (GIP) para cuya habilitación se exige una cierta formación universitaria en sanidad vegetal. La formación continua tiene en este campo un cierto papel a jugar, tanto para los titulados universitarios que no hayan recibido esa formación en su carrera y deseen habilitarse para asesores en GIP como para la puesta al día en aquellos técnicos que lo precisen periódicamente. Sería bueno que en los Planes de Acción Nacional, derivados de la puesta en práctica del mencionado RD, se contemple la necesidad de que los asesores puedan y deban realizar formación continua.

Que la formación universitaria está excesivamente alejada de la realidad de forma que los titulados universitarios precisan de un periodo demasiado largo para su inserción plena en el mundo laboral es algo repetido a menudo. Creo sinceramente que la crítica es exagerada si se hace general a toda la formación universitaria, pero no es mi intención rebatirla en estas líneas sino, por el contrario, tratar de resolver la parte de razón que la queja pueda tener. Para ello es necesario un mayor diálogo entre los □empleadores□ y los responsables de diseñar los planes de estudio y de organizar la docencia. Uno de los posibles caminos que se han ensayado es el de la implantación de las prácticas externas de los alumnos en la empresa o en departamentos *ad hoc* de la administración. En nuestro máster PIC que, por el momento, no contempla en su plan de estudios esa vía, se está ensayando la posibilidad de que el trabajo fin de máster pueda hacerse en la empresa o en departamentos de sanidad vegetal de la administración. Las pocas experiencias habidas hasta el momento obligan a organizar muy bien ese punto y asegurar que el estudiante recibirá la atención y formación buscada por el programa de posgrado y por el empleador. Esperemos que en los próximos años esta etapa se haya iniciado con éxito a la vista del gran interés y receptividad mostrado por el sector empresarial y de la administración en un encuentro que los responsables y estudiantes del Máster tuvimos con ambos sectores recientemente (véase al respecto las conclusiones de ese encuentro que incluimos en el Anejo).

5. EL CONTENIDO Y ORGANIZACIÓN DEL POSGRADO EN SANIDAD VEGETAL

Señalada la dificultad de fijar un contenido que pueda valer a todos los estudiantes de procedencia diversa, digamos que el contenido de un posgrado en Sanidad Vegetal debe incluir las tres disciplinas nucleares de la profesión, la Patología Vegetal, la Entomología Agrícola y la Malherbología, que incluyan el estudio de las enfermedades, plagas y malas hierbas y su control (véase el contenido de materias del máster PIC en la Figura

4). Dadas las características comunes de los productos fitosanitarios, nuestro máster decidió incluir esa parte en una materia separada también de carácter obligatorio. Una materia terminal también obligatoria, la de Programas de Protección Integrada de Cultivos, cuya docencia se imparte en un 50% visitando los principales grupos de cultivos con profesores de las tres disciplinas principales, cierra la docencia de materias del máster. Una materia obligatoria inicial, las Bases de la P.I.C., suministra a los estudiantes que no la han tenido en el grado, la formación en ecología de poblaciones y epidemiología en la que se sustenta el control de plagas, enfermedades y malas hierbas. Finalmente se incluye la materia obligatoria de Diseño de Experimentos y Análisis de Datos entendiendo que todos los posgraduados en sanidad vegetal deben tener conocimientos suficientes de estadística para una práctica muy habitual en el ejercicio de las distintas facetas de la profesión.

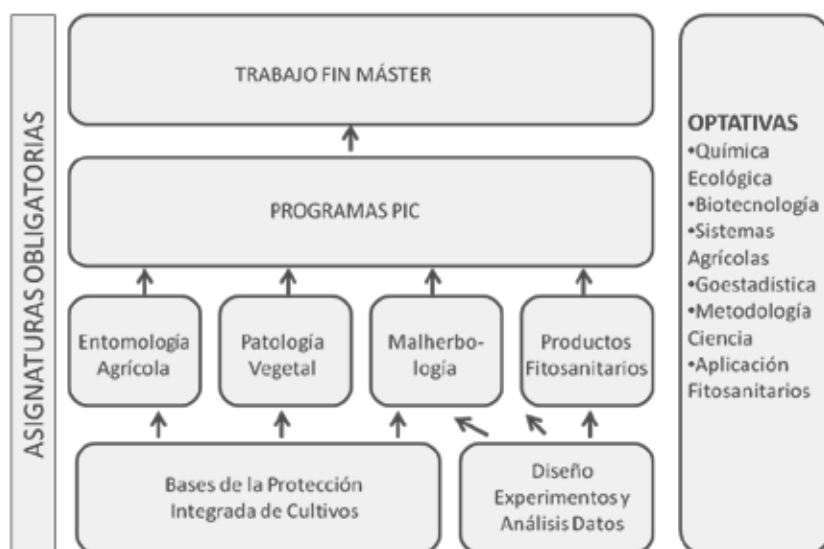


Figura 5: Materias obligatorias y optativas que dan contenido al máster de Protección Integrada de Cultivos y flujo secuencial de impartición.

El conjunto de materias obligatorias suma 55 ECTS a los que hay que añadir los 20 ECTS del Trabajo Fin de Máster, también obligatorio. La naturaleza del último está abierta a la elección y preferencias del estudiante y debe contar con la aprobación de la Comisión de Estudios del Máster. Esa autorización tiene el sentido de asegurar que, dentro de la libertad de elección del estudiante, se cumplan los fines formativos del TFM. Ya se comentó, por ejemplo, que la realización del TFM puede ser una excelente oportunidad de aprovechar la capacidad formativa de la empresa y los departamentos relacionados con la sanidad vegetal de la administración pública.

Las materias optativas sirven para complementar la formación suministrada por las obligatorias y también permiten, como el TFM, reflejar la vocación y preferencia del estudiante. Permiten, asimismo, corregir las carencias específicas de la formación de grado en los estudiantes y, por tanto, igualar hasta donde es posible, la formación con la que salen los titulados del Máster. La totalidad de ECTS de las materias optativas que debe tomar un estudiante del Máster es de 15. Así pues, para completar el Máster, el estudiante debe completar un total de 90 ECTS aunque la oferta de ECTS es de 109 ECTS que el estudiante, si lo desea, puede cursar.

La organización del Máster obedece, obviamente, a criterios docentes en primer lugar. La docencia se da en el aula, el laboratorio y en el campo según el tipo de conocimientos y habilidades que se quieran transmitir. El trabajo individual se presta en un grupo que tiene como máximo 25 estudiantes y que tiene a su disposición una biblioteca con acceso on line a la mayor parte de revistas de sanidad vegetal editadas en el mundo y a un gran número de libros sobre la materia. Pero en segundo lugar la docencia se organiza para facilitar que el estudiante pueda compatibilizar el Máster con un trabajo de mañana. Todas las materias obligatorias se dan por la tarde y solamente algunas optativas lo hacen por la mañana. Además, la casi totalidad de la docencia está compactada en días seguidos de la semana, sea el lunes y martes, sea el miércoles y jueves no habiendo clase los viernes. Con esa organización se permite, además, que los residentes de fuera de Lleida y que trabajan a una distancia razonable puedan seguir el máster por vía lenta, es decir en dos años, con docencia dos días por semana.

6. PLATAFORMAS DOCENTES INTERUNIVERSITARIAS

Dado el carácter especializado que, por definición, tienen los másters, el cuadro docente debe garantizar que ejerzan la docencia los mejores profesionales en cada ámbito. Esos no se concentran nunca en una única universidad de manera que la condición anterior sólo puede darse si se crean plataformas territoriales que engloben diversas universidades, aportando cada una de ellas especialistas en distintos campos y con distintos enfoques en su trabajo.

El Máster PIC empezó en el curso 2007-2008 como máster de la Universitat de Lleida pero al cabo de los años ha ampliado las universidades co-organizadoras incluyendo primero la Universitat Jaume I de Castellón de la Plana y a partir del próximo curso 2013-2014 a la Universitat de Girona. El acuerdo firmado con la Universitat Politècnica de Catalunya permite la colaboración regular de esa universidad en la docencia del Máster en aquellos aspectos en que es experta. En la misma línea, se espera contar con la colaboración de la Universidad Pública de Navarra

y la de La Rioja cuando la financiación del Campus Iberus de Excelencia Internacional □de la que forman parte esas universidades y la de Lleida lo permita.

Entendemos que los tiempos actuales no permiten □ni siquiera sería bueno en tiempos de mayor bonanza económica- la duplicación de titulaciones universitarias muy especializadas. Ni el número de estudiantes candidatos a formarse en esos másteres ni la disponibilidad de docentes expertos en cada uno de los campos lo permitirían. El máster PIC, que está este año en su sexta edición, ha tenido una media de 16 estudiantes nuevos por curso y su diversidad de origen geográfico dan a entender que abarcan buena parte de la demanda de posgrado en sanidad vegetal en lengua española que pueda haber en España y en Europa. La participación de los estudiantes latinoamericanos en los másteres españoles, potencialmente muy alta, está muy mediatizada por las becas españolas o de sus gobiernos, las primeras de las cuales han menguado sensiblemente en los últimos años. Fíjense que el origen geográfico de los estudiantes del Máster PIC (Figura 6) ha ido más allá de la directa área de influencia de la Universitat de Lleida, lo que constituye otra fuente de diversidad a preservar.

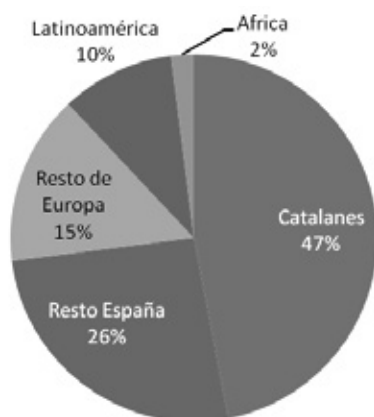


Figura 6. Origen geográfico de los estudiantes del Máster de Protección Integrada de Cultivos. Media de los seis cursos desde 2007 hasta 2012.

7. CONCLUSIONES

Como cualquier otra especialización, la sanidad vegetal debe estar entre la oferta de posgrado de la universidad española. La ciclicidad de la enseñanza universitaria que consagra el EEES obliga a repensar la docencia y en particular en las enseñanzas técnicas que deben atender

que cualquier titulado que salga de los distintos ciclos, grado, posgrado y doctorado, debe poder ejercer la profesión con garantías de formación suficiente.

A la especialización de posgrado en sanidad vegetal se puede acceder desde varias titulaciones de grado y aunque las ingenierías agrícolas (con nombres diferentes según la universidad) son la entrada natural al posgrado en sanidad vegetal otras titulaciones como las licenciaturas en biología deben contemplarse a la hora de diseñar el contenido y organización de la formación de posgrado en sanidad vegetal.

El RD 1311/2012 de Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios va a ser un incentivo para repensar la formación especializada en Sanidad Vegetal en España al exigir formación específica para los actores en ese campo. Ello debe afectar no solamente la formación de grado y posgrado, sino también la formación continua de los técnicos que trabajan en el ámbito.

Se hace necesario crear y consolidar plataformas docentes en la formación universitaria de posgrado especializada en sanidad vegetal dada la complejidad que intrínsecamente tiene la profesión en sanidad vegetal. La participación de docentes expertos en distintos ámbitos asegura una buena formación en el posgraduado en sanidad vegetal. Asimismo, la participación de la empresa y la administración pública en el diseño e impartición de esa formación puede ayudar a acercar todavía más el titulado a las exigencias del mercado laboral.

ANEJO: Conclusiones de un Encuentro del Máster PIC con empresas del sector y la administración pública catalana en materia de Sanidad Vegetal

El 9 de noviembre de 2012 se celebró en l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de la Universitat de Lleida una Jornada Técnica del Máster Interuniversitario de Protección Integrada de Cultivos (PIC), sobre la "Participación de la empresa en la formación de posgrado en Sanidad Vegetal", en la que se contó con la participación del sector empresarial representado por AEPLA y 26 empresas de comercialización de agroquímicos y/o de productos de control biológico de plagas, del Presidente de la Asociación Española de Sanidad Vegetal (AESaVe), de la Administración representada por el Servicio de Sanidad Vegetal de la Generalitat de Cataluña, de la Presidenta de la Asociación de ADVs de Lleida, de la Revista Phytoma España y de alumnos, exalumnos y profesores de dicho Máster, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- 1.- Se detecta la necesidad de incluir ciertos contenidos en la formación del futuro asesor y en concreto en el programa académico del

máster PIC, tales como conocimientos de carácter agronómico para la producción integrada o aquéllos más específicos como el uso de fitoreguladores, aspectos legislativos para el registro y uso de fitosanitarios, análisis de datos, fertilización, etc. Por otra parte, es deseable asegurar que los posgraduados tengan también la formación suficiente en ámbitos complementarios a la sanidad vegetal, tales como economía o inglés, aunque se entiende que no pueden darse en un máster especializado en protección integrada de cultivos.

- 2.- Resulta necesario adecuar los contenidos de formación para aquellos titulados universitarios que ostenten una titulación que, de acuerdo con el RD de Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios, no la habilite como asesor, como el caso de titulaciones en biología, química..., y para ello resultará necesario adecuarse a lo que se describa concretamente en el Plan de Acción Nacional específico para ello.
- 3.- Resulta esencial que la universidad colabore en la formación continua de los técnicos en sanidad vegetal con cursos o módulos de corta duración, incluso con una cierta proporción de enseñanza no presencial. El máster debería estudiar la posibilidad de que esta actividad de formación continuada le sea propia o derivada de su enseñanza de posgrado.
- 4.- Existe una gran receptividad y disponibilidad por parte de la Administración y las empresas del sector para que los estudiantes del máster puedan realizar su TFM en equipos de trabajo de sus unidades o empresas. Se destaca que esa tarea debe incluir claramente aspectos formativos a los cuales la Administración o la empresa deben dedicar atención.
- 5.- Desde el mundo empresarial, se valoran tanto los conocimientos técnicos adquiridos por parte de un titulado como sus capacidades de comunicación y decisión. La capacidad de trabajo en grupo, conocimiento del inglés, toma de decisiones en tareas de gestión, etc. constituyen un valor añadido en la posibilidades profesionales futuras. Desde la Administración se valora también que se aporten enseñanzas sobre aspectos legislativos, que son cada vez más importantes desde el punto de vista de la Seguridad Alimentaria y del Uso Sostenible de los Fitosanitarios.

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN SANIDAD VEGETAL. AGENTE DE TRANSFERENCIA, MENSAJE, RECEPTOR

José María Sopeña Mañas

APROGIP

*(Asociación para la Promoción de la Gestión Integrada de Plagas)
Comunidad Autónoma de Aragón*

José Del Moral De la Vega

*Centro de Investigación Agraria La Orden.
Gobierno de Extremadura*

El control de las plagas y la transferencia de tecnología al respecto han tenido un peso relevante en el proceso de la producción de vegetales en España, fundamentalmente desde los primeros años del siglo XX, época en la que ambas se organizan. La participación de las Empresas y de la Administración ha sido esencial, habiéndose impulsado de forma importante y continua desde 1970 hasta la actualidad. Las Empresas han ido adecuando y modernizando el mensaje de forma significativa, así mismo la Administración, mediante la creación de las Estaciones de Avisos Agrícolas, los Grupos de Trabajo Fitosanitarios y las ATRIAS/ADVs, ha potenciado muy significativamente tanto el mensaje como las estructuras para la transferencia. En el momento actual, en el que la Gestión Integrada de Plagas va a ser obligatoria para todos los agricultores, la figura del asesor cobra una extraordinaria importancia como agente para la transferencia de unos conocimientos que, asimismo, va a ser necesario realizar en I+D+i. Finalmente, van a ser esenciales un potente sistema de formación de asesores y agricultores, y la participación de los asesores/agentes para la transferencia en una organización de ámbito nacional.

1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DE SANIDAD VEGETAL EN ESPAÑA A PARTIR DEL SIGLO XX

Uno de los pilares de la legislación actual en materia de sanidad vegetal es la Ley 43/2002, de 20 de noviembre. En ella se reconoce que "uno de los fines básicos de la política nacional al respecto es la existencia de un marco legal apropiado para proteger a los vegetales y sus productos contra los daños producidos por las plagas". Esta Ley, junto con

la incorporación de la normativa europea, constituye en la actualidad el núcleo de la legislación sobre sanidad vegetal y tiene su origen en la Ley de Plagas del Campo de 1908 y en la Ley de Defensa de los Montes de 1952.

Para realizar un análisis de la evolución histórica de la transferencia de tecnología en la citada materia, vamos a considerar cuatro etapas o fases, en función de los principales objetivos de la normativa vigente en cada momento que, a su vez, dependerá fundamentalmente de los medios de defensa vegetal disponibles o en proceso de desarrollo.

En la primera fase consideraremos los años que van desde 1908 a 1940 aproximadamente. La Ley de Plagas del Campo marca un hito abordando la lucha contra la Langosta y la Filoxera, las plagas más importantes y generalizadas en esos momentos. Los medios de lucha eran fundamentalmente culturales, aunque ya se venían utilizando productos fitosanitarios naturales de forma consistente desde los siglos XVII (nicotina) y XVIII (mercurio y sulfato de cobre).

La segunda fase, desde 1940 a 1970 aproximadamente, empieza por la síntesis del DDT. El desarrollo de la química industrial hace que se produzcan masivamente productos fitosanitarios, que son los medios de lucha que la caracterizan. Se regula su fabricación y comercio y se crea el Registro Oficial Central de Productos y Material Fitosanitario. Ya, desde esos momentos, se empiezan a tener en cuenta sus posibles efectos negativos.

Durante la tercera fase, desde 1970 a la actualidad, se incrementa progresivamente la sensibilización de la sociedad en cuanto a la repercusión de la utilización de productos fitosanitarios en el consumidor y, posteriormente, en el medio ambiente. Consecuencia de ello son las aproximadamente cincuenta disposiciones de distinto rango que se dictan relacionadas con distintos aspectos de dichos productos. Pero el hecho más importante que se registra durante esta fase es la creación del Servicio de Defensa Contra Plagas e Inspección Fitopatológica (Decreto-Ley 17/1971 de 28 de octubre), una de cuyas principales funciones fue la vigilar, estudiar y localizar las plagas, así como seleccionar y recomendar los medios de defensa contra las mismas.

Previamente a la creación del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica, y dada la precaria estructura del sector en sanidad vegetal en España, el Ministerio de Agricultura organizaba y realizaba las Campañas Fitosanitarias contra los más peligrosos parásitos de los cultivos más importantes (Mosca de la fruta, Mosca de la aceituna, Repilo, etc), Para defender el territorio nacional contra la entrada de plagas o enfermedades exóticas se puso en marcha la Inspección Fitopatológica.

Fruto de la creación del Servicio de Defensa contra Plagas fue la de las Estaciones de Avisos Agrícolas, de los Grupos de Trabajo Fitosanitarios Nacionales y de las Agrupaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura (ATRIAs), con cuya creación se culmina la etapa más prolífica desde el punto de vista tecnológico que se ha producido hasta ahora. Durante este periodo, en las distintas Administraciones se ha apostado muy decididamente por la especialización del personal técnico que, a su vez, ha constituido la base para la experimentación y puesta a punto de los medios de defensa y de la transferencia de tecnología al sector.

Finalmente, el 15 de septiembre de 2012, se inicia la cuarta fase con la publicación el Real Decreto 1311/2012 (RD), por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, que es el que marcará la pauta en materia de sanidad vegetal durante los próximos años, obligando a todos los agricultores a la aplicación de lo que en el RD es definido como la Gestión Integrada de Plagas (GIP).

2. ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS Y ASOCIACIONES EXISTENTES EN EL ÁMBITO DE LA SANIDAD VEGETAL ESPAÑOLA

Para una mejor realización de ese análisis parece conveniente descomponer el proceso de transferencia tecnológica en tres elementos y analizar cada uno de ellos: el agente que realiza la transferencia, el mensaje o conocimiento que se transfiere, y el receptor (agricultor) del mismo.

a. Agentes que realizan la transferencia

El descubrimiento y fabricación de los clorados por empresas multinacionales del sector de fitosanitarios marca el comienzo de la fase en que verdaderamente se produjo un importantísimo desarrollo tecnológico –productos fitosanitarios– y en la que, como consecuencia, se inicia el proceso de transferencia. Durante este periodo, la investigación en medios de defensa radica principalmente en las empresas de fabricación de productos, siendo la información sobre eficacia, selectividad y normas para su aplicación, el mensaje a transmitir. El personal de las empresas, tanto de fabricación como de comercialización, es el agente de transferencia, con las ventajas e inconvenientes que esto conlleva. Asimismo, durante este periodo, asistimos a la creación del Servicio de Extensión Agraria (1955), que desempeñó un papel esencial en esos momentos, cuyos objetivos y métodos, entre otros, fueron: prestar toda clase de ayuda técnica que fuera solicitada por los agricultores, organización de conferencias, coloquios, demostraciones y, en general, la formación del agricultor. Es decir, el Servicio de Extensión Agraria fue durante estos años la otra vía básica de transferencia.

No obstante, los productos fitosanitarios, que han sido y seguirán siendo una importante herramienta en la lucha contra las plagas, se utilizaron durante este periodo de una forma masiva e indiscriminada en algunos casos –calendarios de tratamientos–, sin verificar la existencia de plaga ni analizar el momento de tratamiento. Todo ello, junto a la progresiva toma de conciencia de la sociedad respecto a los peligros para la salud y el medio ambiente que llevan aparejados los productos fitosanitarios, nos condujo a la siguiente etapa.

Durante los primeros años de la década de los años 1970s, se produjeron dos hechos que marcan el desarrollo de la sanidad vegetal en España, cuales son la creación del Servicio de Defensa Contra Plagas e Inspección Fitopatológica y, dentro de éste, el de las Estaciones de Avisos. Los técnicos que las integran inician una especialización de la mano de las Escuelas de Ingenieros Agrónomos entonces existentes en España y de los organismos paralelos que funcionaban en algunos países de Europa con un alto nivel de especialización, principalmente Francia y Bélgica. Estos técnicos fueron los encargados de impulsar el desarrollo de los nuevos métodos de lucha dirigida y de lucha integrada como una de las más importantes vías de transferencia al sector. Esta última labor se desarrolló en coordinación con las Unidades de Investigación existentes en aquellos momentos y con los Servicios de Extensión Agraria, servicio que venía realizando la transferencia en materia agrícola desde los últimos años de la década de los años 1950s.

Para el ejercicio de dichas competencias, los técnicos especialistas dependientes de las Estaciones de Avisos, tuvieron que realizar un gran esfuerzo de formación y organización del trabajo. Aunque en aquella época la Administración estaba centralizada, la complejidad de las técnicas de lucha hizo absolutamente necesario:

1. Favorecer el intercambio de información entre los especialistas de las diferentes regiones o provincias.
2. Coordinar los ensayos y experiencias que se hacían en cada una de las regiones o provincias frente a problemas comunes, al objeto de que la experimentación fuese rápida y eficaz.
3. Contrastar los resultados y transferirlos al sector con una metodología común, funciones que eran realizadas por los mismos especialistas que habían participado en su desarrollo.

Para satisfacer estos condicionantes, se crearon los Grupos de Trabajo Fitosanitarios. Con la creación de las Comunidades Autónomas, todavía se hizo más patente la necesidad de potenciar estos Grupos, en cumplimiento de las competencias de coordinación que la Dirección General de la Producción Agraria tenía encomendadas en materia de sanidad vegetal

(Julio Blanco 1989), competencias que todavía tiene la Administración Central en estos momentos.

Finalmente, en 1983 se produce otro hecho trascendental, la creación de las ATRÍAs. Se trató de potenciar la lucha integrada promocionando las agrupaciones de agricultores para la lucha en común, con el asesoramiento de un técnico especialista que dependiese de ellos mismos. La Administración presta su apoyo económico para la contratación, pero su principal labor es prestar el apoyo técnico para la formación de esos asesores y la coordinación de los mismos.

En resumen, durante esta tercera etapa, a través de las Estaciones de Avisos culmina el desarrollo de los conceptos de lucha dirigida e integrada y se promociona la aplicación de esta última mediante la constitución de las ATRÍAs y de la publicación de las normas sobre Producción Integrada. Todo este entramado, en los que se cuenta con los especialistas de las distintas Administraciones, conduce a desarrollar los métodos de lucha de forma continua y constituye una base idónea para la transferencia de tecnología al sector.

En la valoración del agente que realiza la transferencia hay que contar inexcusablemente con los equipos técnicos de las empresas del sector de fitosanitarios, cuya participación, en íntimo contacto con el agricultor y los servicios de la Administración, ha sido decisiva en el desarrollo de la sanidad vegetal española.

Finalmente llegamos al momento actual con la publicación del Real Decreto sobre uso sostenible de los productos fitosanitarios, en el que se contempla como pilar fundamental la aplicación obligatoria de los principios de la Gestión Integrada de Plagas para todos los agricultores, y en los que la lucha integrada es la parte esencial. Asimismo, el asesoramiento deja de ser voluntario para el agricultor, como hasta ahora, y pasa a ser obligatorio. Ello va a obligar a realizar un gran esfuerzo en I+D+i, lo que a su vez hará necesario formar asesores y agricultores, lo que supondrá un importante aumento en costos, difíciles de repercutir en el precio al consumidor.

No obstante, como factor muy positivo, contamos con un importante acervo de especialistas, tanto de las distintas Administraciones como del sector, que actualmente están coordinados.

b. El conocimiento que se transfiere

Durante la primera parte del período analizado, cuando los productos fitosanitarios eran prácticamente el único medio de defensa aplicable, el mensaje transferido era la información exhaustiva sobre los mismos. La

transferencia iba dirigida directamente al agricultor, se realizaba por las Empresas comerciales y por el Servicio de Extensión Agraria y se realizaba por métodos clásicos – charlas, folletos informativos, etc.

A partir de los años 1970s, las Empresas mejoraron de forma muy notable la información a transmitir y, coincidiendo con la creación de las Estaciones de Avisos, se abandonaron progresivamente los calendarios de tratamiento. Durante este período, la tecnología transferida –el mensaje– era diferente según el destino: otros técnicos especialistas, bien de los Servicios oficiales, de las Empresas y del sector productor, o el agricultor.

En cuanto a los primeros, el mensaje era los avances que se iban produciendo en la puesta a punto de nuevos métodos de lucha contra las plagas –lucha dirigida e integrada– o de nueva información sobre productos.

El material informativo elaborado por el Servicio de Defensa contra Plagas para transferir la tecnología elaborada durante estos años fue copioso, de entre el cual haría que destacar:

- Edición del Boletín de Sanidad Vegetal, una monografía sobre Productos Fitosanitarios y una colección sobre Estudios y Experiencias, además de gran número de hojas y folletos informativos, realizados por el Ministerio de Agricultura
- Edición de los Informes de las reuniones anuales de los Grupos de Trabajo Fitosanitarios y de libros como Los Parásitos de la Vid, Manual de Laboratorio (diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos), Plagas del Tomate, Enfermedades del Tomate, Fichas de diagnóstico en laboratorio de organismos nocivos de los vegetales, etc. elaborados por los Grupos de Trabajo
- Publicación de la revista mensual: Boletín Informativo de Plagas actualmente titulado Boletín del Servicio de Defensa. Plagas–

En cuanto al agricultor, la principal información a transmitir fue la selección de los productos en función de su eficacia y selectividad, el momento de tratamiento y normas sobre su utilización. Es la etapa del Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones, que todavía se sigue publicando y, con la incorporación progresiva de técnicos especialistas de técnicos del sector productivo, es la etapa en la que los conocimientos se transmiten de forma mucho más directa.

c. El receptor de la transferencia

Hasta los años setenta, la transferencia iba dirigida, principalmente, al agricultor, lo que obligaba a utilizar un mensaje sencillo y rotundo. La colaboración del Servicio de Extensión Agraria fue fundamental en esta etapa, cuyas instalaciones eran fundamentales para la divulgación del mensaje, y gracias a dicho servicio se seleccionaban agricultores líderes en las distintas comarcas como colaboradores para ensayos de campo y demostraciones. A partir de los años setenta, el nivel de formación del agricultor se elevó sustancialmente y, por otra parte, con la proliferación de cooperativas y otras asociaciones de agricultores, apareció la figura del técnico de la cooperativa, figura valiosísima en la transferencia de la tecnología, por medio del cual se podía matizar el mensaje, con lo cual se mejoró sustancialmente la transferencia.

3. EXIGENCIAS ACTUALES PARA EL DESARROLLO DE LA SANIDAD VEGETAL EUROPEA

Implantar la Gestión Integrada de Plagas (GIP) en España –será común y obligatoria para todos los agricultores de los Estados miembros y, por supuesto, de las Comunidades Autónomas– es el objetivo del Real Decreto 1311/2012, que responde, a su vez, a la Directiva 2009/128/CE (DUS), para lo cual se fijan una serie de objetivos parciales, entre los cuales los referidos a la transferencia de tecnología parecen complicados y nada fáciles de alcanzar, tal y como recoge la publicación oficial:

- Fomentar la investigación, innovación y la transferencia tecnológica en la gestión integrada de plagas y en el uso sostenible de productos fitosanitarios.
- Publicar guías armonizadas por cultivo y tipología de bosque a nivel nacional para la gestión integrada de plagas, guías que serán elaboradas por los correspondientes Grupos de Trabajo Fitosanitarios, constituidos por grupos de expertos en los principales cultivos o sistemas forestales de nuestro país, con participación de las diferentes Comunidades Autónomas, las cuales cuentan con amplia experiencia en la Gestión Integrada de Plagas. Al final del periodo de vigencia del PAN deberán haberse elaborado guías que abarquen, al menos, el 80% de la superficie cultivada. Hay que tener en cuenta que los organismos nocivos de interés deben ser objeto de seguimiento mediante métodos e instrumentos adecuados, cuando se disponga de ellos. Estos instrumentos adecuados deben incluir, cuando sea posible, la realización de observaciones sobre el terreno y sistemas de alerta, previsión y diagnóstico precoz, deducidos de bases científicas sólidas a fin de disponer de valores umbrales

seguros y científicamente sólidos para cada región, zonas específicas, cultivos y condiciones climáticas particulares.

No hace mucho, el profesor Trapero, tomando como base los trabajos presentados al último congreso de la Sociedad Española de Fitopatología (2011) celebrado en Vitoria, afirmaba que un 28% de los trabajos presentados fueron sobre control de enfermedades, porcentaje bastante similar al de las demás secciones (25% de Etiología, 29% Patogénesis, y 18% Epidemiología), pero del total de comunicaciones sobre control, los trabajos que fueron realizados con experimentos de campo, solo fueron un 7%. Cuestión derivada, por una parte, de la calificación que hace la ANEP (Agencia Nacional de Evaluación de Proyectos) de los proyectos de investigación, cuya excelencia está reservada a trabajos de biotecnología y moleculares. –Esto, para todos los cultivos, regiones y zonas, es de una extraordinaria complejidad por las variables ambientales y de cultivo clima, suelo, microfauna, fenología del cultivo, sistema de riego, etc., que definen los fenómenos parasitarios y los exacerban hasta convertirlos en plagas–.

- Fomentar la Gestión Integrada de Plagas para conseguir un uso racional de los productos fitosanitarios, para lo cual, entre otras medidas, se habrán de reforzar las Redes de Vigilancia Fitosanitarias, establecer sistemas de información y fomentar sistemas de asesoramiento para la Gestión Integrada de Plagas.
- El RD es muy exigente en cuanto al desarrollo del mismo: De acuerdo con lo indicado en el art. 7 del RD, se elaborarán informes anuales de los resultados de la aplicación del PAN durante el año anterior, incluyendo una evaluación de los mismos en relación al cumplimiento de los objetivos. Los planes de acción nacionales se revisarán al menos cada cinco años, y los eventuales cambios sustanciales introducidos en ellos se comunicarán a la Comisión sin demora injustificada.

4. ADECUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ACTUALES AL PLANTEAMIENTO QUE SE ESTÁ HACIENDO PARA LA NUEVA SANIDAD VEGETAL EUROPEA

a. Agentes que realizan la transferencia y estructuras en las que se encuentran

En la transferencia es fundamental la existencia del agente de transferencia, que deberá ser un técnico especialista con una formación adecuada al respecto y que esté en contacto directo y continuo con el agricultor.

Esta es la principal vía de transferencia. Para ello, el agente de transferencia deberá tener las siguientes características:

- Ser un técnico especializado en sanidad vegetal.
- Conocer muy bien el entorno socioeconómico y medioambiental de los agricultores que deben poner en práctica las nuevas tecnologías.
- Formar parte de una organización de ámbito nacional con la posibilidad de un intercambio rápido e inmediato de sus problemas y con la posibilidad de servir de interlocutores ante las múltiples instancias con las que hoy en día es necesario interactuar
- Estar vertebrado con la Universidad y centros de investigación nacionales

En la actualidad existen, en la mayor parte de las Comunidades españolas, las siguientes estructuras de transferencia, y aunque no todas están vertebradas entre sí, convendría mantener y mejorar:

- Especialistas de los Servicios de Sanidad Vegetal.

Consideramos que los Servicios de Sanidad de las distintas Comunidades deben contar con un equipo de técnicos especialistas en dicha materia. No obstante, valorando las dificultades económicas que actualmente esto supone, y que deseamos sean coyunturales, es necesario apoyar a muchas Comunidades Autónomas que todavía los mantienen, y tratar de recuperar este Servicio en algunas en las que ha desaparecido

- Grupos de trabajo

Diversas circunstancias, entre las que cabe destacar la congelación de plantillas y el aumento constante de las funciones de inspección y control de los Servicios de las Comunidades Autónomas, han sido el origen del decaimiento observado en el funcionamiento de los Grupos. No obstante, dado que los Grupos siempre han sido abiertos, se ha podido paliar esta situación en algunos casos con la participación de técnicos ajenos, fundamentalmente de Organismos de Investigación y de la Universidad. Otro aspecto que está incidiendo negativamente en el funcionamiento de los Grupos, esperemos que de forma coyuntural, es el de las graves dificultades económicas por las que atraviesa la Administración, que dificulta la asistencia a las reuniones de los técnicos dependientes de la misma.

En cualquier caso, todavía pueden desempeñar un papel importante los técnicos especialistas que se mantienen en los Servicios de las Comunidades Autónomas y aprovechar el contacto con el sector (ATRIAs,

ADVs, etc.) que mantienen en muchas de ellas. En consecuencia, se debería pensar en una posible evolución de la composición de los Grupos y nunca en su desaparición, integrando a estos últimos, ya que entre ambos constituyen una importantísima base para la transferencia de tecnología y para facilitar a los agricultores la aplicación obligatoria de los principios de la Gestión Integrada de Plagas. En otro orden de cosas, las Administraciones necesitan, en apoyo de los especialistas para el ejercicio de otras competencias, asimismo ineludibles, Grupos de Expertos -La composición, objetivos y funcionamiento de estos Grupos son distintos de los de los Grupos de Trabajo, aunque estos puedan ser la base de aquellos si se considera oportuno.

El MAGRAMA no debería renunciar a su función de coordinación de los Grupos de trabajo, ya que la coordinación en materia de sanidad vegetal es una competencia que tiene encomendada y que cada vez es más esencial. Así mismo, las Comunidades Autónomas no deberían renunciar a su participación en los Grupos, ya que necesitan el apoyo de especialistas para el desarrollo de su gestión en materia de sanidad vegetal y para el ejercicio de sus competencias, además de que ellos son la más importante y económica vía de formación de sus propios técnicos.

- ATRIAS / ADVs

En el futuro, va a ser clave la figura del asesor, que va a coincidir con la del técnico de ATRIA/ADV, pero que podrá ser un servicio externo, es decir, sin necesidad de estar integrado en la organización. No obstante, como decimos anteriormente, las ATRIAS/ADVs han representado un importantísimo papel en el desarrollo y aplicación de la lucha integrada, aunque con carácter voluntario. Por ello, consideramos necesario seguir apoyando este tipo de organizaciones con los medios que tengamos a nuestro alcance.

- Agrupaciones de Promoción Integrada y otras marcas de calidad.

Por las mismas razones que en el caso de las ATRIAS/ADVs, consideramos que estas agrupaciones han significado la primera etapa de lo que ahora se quiere implantar con la GIP, y por dicha razón parece muy conveniente que sean mantenidas y mejoradas.

- Empresas de fabricación y comercialización de productos fitosanitarios

Estas empresas van a seguir constituyendo en el futuro un importantísimo elemento de I+D+i y de asesoramiento y, por tanto, de transferencia de tecnología. Todo ello en materia de productos fitosanitarios, que van a seguir siendo útiles e indispensables en muchos casos, y en

métodos de defensa alternativos Hay que destacar el elevado número de técnicos con una amplia experiencia en campo de que disponen estas empresas de fitosanitarios.

Finalmente, habría que resaltar un aspecto común a las estructuras de asesoramiento que se van a mantener y al nuevo sistema previsto para el futuro, cual es el de la superficie máxima de asesoramiento por asesor. Si no se limita ésta, se puede reducir drásticamente la calidad del servicio obligatorio respecto al actual, que es voluntario, y reducir, también drásticamente, el número de asesores al servicio del agricultor

b. El conocimiento que se transfiere y los medios utilizados

Hoy día, la información a transferir es muy compleja. Además de la tecnología basada en el conocimiento –técnicas de cultivo, protección vegetal, etc-, hay que añadir nuevas actitudes –seguridad en el trabajo, seguridad alimentaria, protección del medio ambiente- y la necesidad de adecuar la producción a las condiciones socioeconómicas actuales –globalización, acuerdos internacionales, inmigración, etc-.

Por ello, es esencial que en la elaboración del mensaje se dedique una gran parte del tiempo a presentarlo de la forma más sencilla y asequible para el agricultor, paralelamente a tratar de facilitarle el cumplimiento de sus obligaciones administrativas, simplificándolo al máximo.

Es indudable que hay que tener en cuenta todas las vías posibles, clásicas y modernas, que la tecnología pone a nuestra disposición para hacer llegar la información a los agricultores. A este respecto hay que señalar la potencialidad de Internet para facilitar el contacto entre todas las partes implicadas en el proceso de transferencia, por lo que una posible estrategia al respecto es facilitar el acceso a INTERNET mediante banda ancha, a precios asequibles, especialmente a los agricultores. Ello contribuiría al establecimiento de comunidades de intercambio de conocimientos, donde pueda fluir la información en forma bidireccional, pudiendo los agricultores aportar su experiencia y el planteamiento directo e inmediato de sus problemas, tanto técnicos como de cumplimiento de la normativa vigente.

c. El receptor de la transferencia

El principal problema que tiene que abordar la GIP es la manera de lograr la implicación de los agricultores, para lo cual hay que conseguir su motivación y concienciación. Este aspecto es especialmente difícil, fundamentalmente en los sectores de producción menos rentables, donde es menos asumible el aumento de costes que supone un sistema de transferencia eficaz. No obstante, juega a favor el hecho de que en un futuro

inmediato será prácticamente imposible producir sin la adopción de tecnologías que respeten la exigente legislación respecto a la seguridad del consumidor y protección del medio ambiente que se está generando.

Y el otro aspecto esencial es el de la formación de los agricultores. No es posible un modelo de transferencia mínimamente eficaz si no está suficientemente formado el agricultor, con unos objetivos muy específicos.

5. AESAVE, UNA PLATAFORMA CIENTÍFICA Y TÉCNICA DE LOS PROFESIONALES DEL SECTOR DE LA SANIDAD VEGETAL EN ESPAÑA

A la vista de la extraordinaria problemática existente alrededor de la Sanidad Vegetal en nuestro País, y de las futuras exigencias que está marcando la UE, un grupo de profesionales del sector, en colaboración con las sociedades científicas (SEF, SEEA y SEMH), una representación del MAGRAMA y del Servicio de Sanidad Vegetal, AEPLA, organizadores del Symposium Nacional de Sanidad Vegetal y Phytoma, han constituido la asociación AESAVE (Asociación Española de Sanidad Vegetal), de cuyos estatutos entresacamos lo más importante relacionado con esta comunicación:

Artículo 1. Se constituye una Asociación de carácter científico-técnico y profesional, sin ánimo de lucro y por tiempo indefinido, con el nombre de Asociación Española de Sanidad Vegetal (AESaVe).

Artículo 3. La AESaVe se constituye para agregar y aunar esfuerzos e intereses de personas cuyas actividades científico-técnicas y profesionales se relacionan con la Sanidad Vegetal, entendida ésta como conjunto de disciplinas que tienen como meta reducir o evitar la pérdida de rendimiento de los cultivos agrícolas y producciones forestales causadas por enfermedades, plagas y malas hierbas, mediante el control eficiente de ellas.

Artículo 4. El ámbito de la AESaVe no es restringido y se abre a los miembros de todos los sectores que intervienen en la Sanidad Vegetal, incluyendo las entidades de las administraciones públicas con estructura y cometidos específicos en Sanidad Vegetal, las Universidades y organismos de investigación, y entidades de los sectores público y privado relacionadas con la Sanidad Vegetal a través de la producción agrícola y forestal, la jardinería y el paisajismo, y la transferencia tecnológica.

Artículo 5. ... son fines de la AESaVe promover y facilitar todas aquellas acciones que contribuyan a mejorar la:...

(iv) Transferencia de tecnologías en Sanidad Vegetal a los sectores implicados en la práctica profesional de la misma.

EL ASESOR Y LA "RECETA FITOSANITARIA"

Antonio Vergel Román

*Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas
de Andalucía Occidental*

Desde que Columela, nacido en Cádiz en el siglo I, hablara de agricultura, en esos 12 volúmenes que tituló "de Re Rustica", hasta que en 1855 D. Manuel Alonso Martínez, Ministro de Fomento de la reina Isabel II presentara a ésta un Real Decreto donde explicaba la situación de la agricultura, todos los que se han dedicado al bello oficio de mejorar este sector han coincidido en que hacían falta unas enseñanzas de esta materia que formaran a los que posteriormente serían los formadores: los asesores, los técnicos agrícolas.

ANTECEDENTES

En 1984 y con el objetivo de cumplir los fines que considerábamos fundamentales, surge el "Symposium Nacional de Sanidad Vegetal", y éstos no eran otros que:

- El intercambio de información tan necesaria en una materia en constante renovación, una oportunidad para el análisis sobre el presente y futuro, y una plataforma abierta para proponer, expresar opiniones, alternativas y preocupaciones.
- El intento de concienciación de los que tenemos que conseguir mayores rendimientos en la agricultura, mejores calidades en nuestros alimentos y la seguridad de un entorno placentero sin la amenaza de una naturaleza torturada, sino querida, respetada y conservada para los que nos sigan.

Pero esto solo se conseguiría, en buena medida, con la especialización en "Fitopatología".

En ese mismo año el Consejero de Agricultura, en el boletín monográfico que se editaba en el 1º Symposium, decía: "Hay que especializar la técnica".

Y el Presidente del Symposium, en su ponencia magistral, solicitaba a la Administración Pública la intensificación de los estudios de fitopatología

en la formación del técnico agrícola, bien como especialidad reconocida, que sería lo ideal, bien como cursos de postgrado que deberían existir en cualquier caso. Cursos reglados que dieran opción a una credencial o título más de acuerdo con el trabajo y la responsabilidad que desempeña.

Edición tras edición y en todas las ponencias magistrales de cada uno de los Symposia, estos han sido nuestros objetivos y fines; siempre se reivindicó el papel del Técnico Agrícola en la especialidad de Sanidad Vegetal.

Se ha demandado una legislación acorde para homogeneizar las estructuras básicas y mejorar los servicios.

También una reestructuración de los centros de enseñanza, en muchos casos aglomerados en determinadas áreas, en detrimento de otras totalmente desabastecidas y con demandas de este tipo de profesionales.

Además del reconocimiento europeo de los profesionales y si ello fuese posible poder competir en preparación y eficacia.

Pero era fundamental un documento donde el profesional de la Sanidad Vegetal en la especialidad de Fitopatología pudiese asesorar, recomendar y prescribir.

Sin olvidar que la formación debe ser pilar esencial para la actividad de nuestros profesionales.

SITUACIÓN ACTUAL

El Parlamento Europeo y el Consejo adoptaron el 21 de octubre de 2009 dos actos legislativos que modificaban profundamente las normativas antes vigentes:

- **Reglamento** (CE) Nº 1107/2009

“Comercialización de Productos Fitosanitarios”.

- **Directiva** 2009/128/CE

“Uso sostenible de Plaguicidas”.

Por otra parte la Ley 43/2002, de 20 noviembre, **de Sanidad Vegetal**, estableció la base jurídica en materias de comercialización y utilización de productos fitosanitarios, pero no tuvieron un desarrollo normativo acorde con la normativa comunitaria de “Uso Sostenible de Plaguicidas”.

Asimismo, el control o lucha integrada, que ha sido el referente de uso racional de productos fitosanitarios y de la sostenibilidad en su utilización, **no está definida, regulada y fomentada con carácter general** como desarrollo normativo de la Ley 43/2002, sino como un sistema **VOLUNTARIO**, establecido por el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la Producción Integrada de productos agrícolas.

El **objeto**, de la Directiva 2009/128/CE es establecer el **marco de acción**, para conseguir el "Uso Sostenible de Fitosanitarios".

¿Cómo? Mediante la reducción de los efectos de su utilización y los riesgos en la salud humana y el medio ambiente y el **fomento de la Gestión Integrada de Plagas** (GIP) y que tiene la trasposición española en el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre de 2012.

También establece que las explotaciones que no estén integradas en sistemas o agrupaciones de productores (APIs), deberán solicitar un asesoramiento profesional.

En las explotaciones con bajo riesgo por la aplicación de fitosanitarios, el asesoramiento profesional será voluntario, aunque sí deberán acogerse a las medidas propuestas.

Para conseguir estos objetivos todas las explotaciones deberán disponer de un Asesor.

Y define este Real Decreto:

Asesor: *Cualquier persona que haya adquirido unos conocimientos adecuados y asesore sobre la gestión de plagas y el uso seguro de los productos fitosanitarios a título profesional o como parte de un servicio comercial, incluidos los servicios autónomos privados y de asesoramiento públicos, operadores comerciales, productores de alimentos y minoristas, en su caso. O sea, un profesional de la Sanidad vegetal.*

Gestión Integrada de Plagas (GIP): *El examen cuidadoso de todos los métodos de protección vegetal disponibles y posterior integración de medidas adecuadas para evitar el desarrollo de poblaciones de organismos nocivos y mantener el uso de productos fitosanitarios y otras formas de intervención en niveles que estén económica y ecológicamente justificados y que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. La gestión integrada de plagas pone énfasis en conseguir el desarrollo de cultivos sanos con la mínima alteración posible de los agro ecosistemas y en la promoción de los mecanismos naturales de control de plagas. O sea, un profesional de la Sanidad Vegetal.*

Todo ello, obligará a una mayor cualificación profesional y formación del futuro "Asesor", ya que sin los conocimientos adecuados en Sanidad Vegetal, agronómicos y un celo profesional, difícilmente se conseguirá.

EL ASESOR

Los asesores deberán acreditar su condición de "Asesor" y el artículo 12 del Real Decreto así lo describe:

"Quien acredite ante la autoridad competente de la Comunidad Autónoma estar en posesión de Titulación Universitaria habilitante para ejercer como técnico competente en materia de Sanidad Vegetal".

El "Asesor" podrá ejercer su actividad en todo el territorio nacional, cuando haya acreditado tal condición ante la Comunidad Autónoma y se haya inscrito en una de las oficinas del Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO).

Este asesoramiento quedará reflejado en un documento.

El documento deberá ser firmado por el "Asesor" y recogerá la información mínima requerida en este Real Decreto y se referirá a todos los cultivos de la explotación.

El documento tendrá un periodo de validez de un año como máximo.

El "Asesor" garantizará al asesorado la posibilidad de contactar de forma rápida durante el periodo de validez de dicho documento, con objeto de estar en disposición de afrontar situaciones de emergencia no contempladas en el mismo.

Cuando el titular de una explotación agraria, o una persona adscrita a ella, puedan acreditar la condición de asesor, podrá realizar el asesoramiento para dicha explotación.

El asesor tendrá en cuenta, en su actividad de asesoramiento, las Guías de Gestión Integrada de plagas (GIP), por cultivo

Después de años de demanda de una mayor y mejor profesionalización técnica y científica de la Sanidad Vegetal, parece ser que ahora tenemos la oportunidad de ver el inicio de verdad de la **"PROFESIÓN DE SANIDAD VEGETAL"**.

PROFESIONALES HABILITADOS

Titulación habilitante

1. La titulación habilitante para ejercer como asesor en gestión integrada de plagas comprende licenciaturas, ingenierías superiores, ingenierías técnicas, títulos de grado, máster o tercer ciclo, y títulos de formación profesional superior, que cumplan la condición de sumar en su conjunto un mínimo de 40 ECTS (European Credit Transfer System), en materias relacionadas directamente con la producción vegetal, y en particular en aquellas que, independientemente de la denominación particular que reciban en el plan de estudios correspondiente, respondan de manera inequívoca a los siguientes contenidos:

- Edafología.
- Fisiología vegetal.
- Botánica.
- Mejora vegetal.
- Fitotecnia.
- Cultivos herbáceos.
- Cultivos hortícolas.
- Cultivos leñosos.
- Selvicultura.
- Planificación general de los cultivos y aprovechamientos forestales.
- Evaluación de impacto ambiental.
- Mecanización agraria.
- Protección vegetal.
- Entomología agrícola o forestal.
- Patología vegetal.
- Malherbología.
- Química agrícola.

De los 40 ECTS contemplados en el párrafo anterior, al menos 12 co-responderán a materias que estén relacionadas directamente con la protección vegetal, y en particular aquellas que, independientemente de la denominación particular que reciban en el plan de estudios correspondiente, respondan de manera inequívoca a los siguientes contenidos:

- Protección vegetal.
- Entomología agrícola o forestal.
- Patología vegetal.
- Malherbología.
- Mecanización (Maquinaria y equipos para la protección de cultivos).

2. Cumplen las condiciones especificadas en el punto 1 las siguientes titulaciones oficiales con planes de estudio anteriores al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES):

- Ingeniero Agrónomo,
- Ingeniero Técnico Agrícola,
- Ingeniero de Montes,
- Ingeniero Técnico Forestal,
- Otras titulaciones universitarias cuyos titulares puedan acreditar haber recibido formación equivalente a la que se especifica en el punto 1.

3. Cumplen asimismo las condiciones especificadas en el punto 1 las siguientes titulaciones de formación profesional:

- Técnico Superior en Paisajismo y Medio Rural,
- Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural,
- Otras titulaciones de formación profesional superior cuyos titulares puedan acreditar haber recibido formación equivalente a la que se especifica en el punto 1.

De los 40 ECTS, en vez de 12 ECTS, al menos se deberían haber exigidos 18 ECTS en materias que están relacionadas directamente con la protección vegetal, eso sería lo ideal y se corresponde con el mínimo estudiado en la titulaciones relacionadas en el apartado 2:

Ingeniero Agrónomo

Ingeniero Técnico Agrícola

Ingeniero de Montes

Ingeniero Técnico Forestal

Sorprende que actualmente en las nuevas titulaciones de "Grado de Ingeniería Agrícola" del Plan Bolonia, hay planes de estudios de algunas Universidades españolas, que tienen solo 6 ECTS obligatorios en Protección Vegetal.

¿Qué pasará cuando estos nuevos profesionales se quieran inscribir en el ROPO y no cumplan el mínimo exigido?.

DOCUMENTO DE ASESORAMIENTO (*borrador*)

En el artículo 11, relativo al asesoramiento para la gestión integrada de plagas, del Real Decreto 1311/2012 de uso sostenible de los productos fitosanitarios, se establece la obligación de que el asesoramiento en materia de gestión integrada de plagas debe quedar reflejado documentalmente. El asesor, para cada explotación asesorada, deberá elaborar una memoria cuyo contenido mínimo se encuentra indicado en el anexo I.

Cualquier modificación en el contenido de la memoria deberá reflejarse documentalmente.

El asesor o la empresa encargada de llevar a cabo el asesoramiento serán los encargados de elaborar la memoria, debiéndose firmar por duplicado antes de la fecha de implantación de los cultivos en la explotación, en el caso de cultivos anuales, o antes del 1 de enero de cada año en el caso de cultivos permanentes. La conformidad de la persona responsable de la explotación asesorada, con la memoria de asesoramiento, deberá quedar reflejada documentalmente mediante la firma de la misma.

Una copia de la memoria de asesoramiento quedará en poder del asesor o la empresa encargada de realizar el asesoramiento y otra en poder del responsable de la explotación asesorada.

A medida que se vayan realizando tratamientos fitosanitarios en el cultivo, deberán reflejarse en el anexo de la memoria (concretamente en el cuadro de tratamientos fitosanitarios) y habrán de ser visados por el asesor.

Además la memoria de asesoramiento en gestión integrada de plagas, para usos no agrarios, deberá reflejar la información contenida en el anexo IX del Real Decreto 1311/2012 de uso sostenible de los productos fitosanitarios.

ANEXO

1. Identificación del asesor

- Nombre y apellidos y NIF. del asesor
- Número de inscripción en el Registro Oficial de Productores y Operadores

- Si realiza el asesoramiento como parte de una empresa, indicar la razón social, CIF y número de inscripción en el Registro Oficial de Productores y Operadores de dicha empresa.
- Teléfono y dirección de correo electrónico de contacto del asesor.

2. Identificación de la explotación asesorada

- Nombre, dirección de la explotación y, en su caso, número de registro.
- Nombre y apellidos y NIF. del titular, o CIF en su caso.

3. Identificación de las parcelas afectadas por el asesoramiento

Para cada parcela afectada por el asesoramiento se indicará:

- Identificación: Municipio y número de polígono y parcela.
- Superficie de la parcela.
- Cultivos y superficie de cada cultivo.

4. Problemática fitosanitaria: plagas a controlar y posibles estrategias de prevención

- Plagas a prevenir o controlar.
- Medidas fitosanitarias para cada cultivo y plaga, indicando:
 - Justificación de la medida, haciendo especial referencia a cómo se han tenido en cuenta las prácticas a las que hace referencia el punto 1 del anexo I.
 - Parcelas y cultivos afectados por la medida
 - Cuando la medida incluya tratamientos fitosanitarios:
 - Criterios para tomar la decisión de aplicar (rebasamiento del umbral, condiciones meteorológicas u otras).
 - Materias activas recomendadas, dosis, n.º de aplicaciones, intervalo entre ellas y forma de aplicación.
 - Justificación de la materia activa o medio de control propuesto, haciendo mención a cómo se ha tenido en cuenta lo dispuesto en los artículos 32.1 y 36.1 del presente real decreto.

- Identificación de peligros de aparición de resistencias y descripción de la estrategia para su gestión.

Y otras consideraciones adicionales que sean necesarias para garantizar el cumplimiento de los principios generales de la gestión integrada de plagas.

5. Firma o sello del técnico asesor que realiza el asesoramiento y periodo de validez de la misma, así como la firma y conformidad del responsable de la explotación asesorada

**ANEXO MEMORIA:
CUADRO DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

IDENTIFICACIÓN PARCELA	CULTIVO	PRODUCTO FITOSANITARIO	DOSIS	IDENTIFICACIÓN ASESOR	FECHA	FIRMA

La Inscripción en el ROPO (Registro Oficial de Productores y Operadores), la firma del documento de asesoramiento y la exigencia de un seguro de Responsabilidad Civil, será la garantía para el agricultor y la sociedad.

CRONOGRAMA

Antes del 26 de noviembre debería aprobarse el Plan de Acción Nacional (PAN), según se establece en el Real Decreto.

Antes del 1 de marzo de 2013, debe proponerse las producciones y explotaciones que se consideran de baja utilización de productos fitosanitarios.

A partir del 1 de enero 2014, los EE.MM. describirán en sus **Planes de Acción Nacional (PAN)**, de qué forma garantizan que todos los usuarios profesionales aplicarán los principios generales de la **Gestión Integrada de Plagas (GIP)**, con el **asesoramiento de un profesional formado y cualificado**.

El contenido del **documento de asesoramiento a la explotación** se definirá antes del **1 de marzo de 2013**.

CONCLUSION

Aunque han pasado 30 años, ha merecido la pena el esfuerzo y ahora los profesionales de la Sanidad Vegetal podemos sentirnos orgullosos porque la administración española, con la transposición de la Directiva 2009/128/CE, sea consciente de que el futuro de la agricultura y la protección del medio ambiente será más eficaz con la presencia del Asesor. Él será la pieza clave.

Actualmente a través del RD 1311/2012 de 14 de septiembre de 2012, de *"Uso Sostenible de Fitosanitarios"* y del RD 1702/2011 de 18 de noviembre, de *"Inspecciones Periódicas de los Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios"*, se ha establecido el marco común y adecuado para que el "VERDADERO" profesional de la Sanidad Vegetal pueda ocupar su espacio.

Agradecimiento y reconocimiento PROFESIONAL especial, a todos aquellos compañeros que lucharon y reivindicaron la Sanidad Vegetal como Profesión y Ciencia.

PONENCIAS COMERCIALES

MOVENTO® 150 O-TEQ NUEVO INSECTICIDA SISTÉMICO PARA EL CONTROL DE PLAGAS CHUPADORAS

Izquierdo, Josep
Bayer Cropscience SL

RESUMEN

Spirotetramat es una nueva sustancia insecticida, contenida en el producto formulado Movento®, que pertenece a la familia química de los derivados del ácido tetrámico desarrollada por Bayer CropScience. La sustancia se integra en el grupo 23 de la clasificación de Modos de Acción de IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), inhibiendo la acetil-CoA-carboxilasa e interfiriendo en la biosíntesis de los lípidos. Spirotetramat se muestra activo sobre numerosos insectos chupadores como pulgones, mosca blanca, cochinillas y algunas especies de trips. Después de su aplicación foliar, la sustancia penetra a través de la cutícula de las hojas y se trasloca dentro de la planta por la savia. La sustancia muestra una doble sistemía, con movilidad a través del xilema y del floema, lo que permite una distribución peculiar que hace posible incidir sobre plagas que se localizan en zonas de difícil acceso por vía contacto. Las condiciones fisiológicas del cultivo pueden afectar su movilidad y, consecuentemente, sus prestaciones. La sustancia actúa básicamente por ingestión, siendo activa fundamentalmente sobre las formas juveniles de las plagas objetivo. Spirotetramat no tiene efecto de choque.

Movento® 150 O-TEQ, spirotetramat formulado como dispersión oleosa, ha obtenido el registro en España en cítricos, uva de mesa y diversos cultivos hortícolas (lechuga y similares, brásicas y hortícolas de fruto). El producto es una herramienta muy interesante sobre diversas plagas de difícil control en la actualidad, ya sea por la falta de soluciones eficaces, o por la aparición de resistencias a los insecticidas autorizados. Cabe destacar su actividad contra pseudocóccidos (cochinilla harinosa y cotonet) en uva de mesa y pimiento, Piojo Rojo de California en cítricos y moscas blancas en diversos cultivos.

Spirotetramat presenta un perfil sobre auxiliares muy favorable, lo que permite la integración del producto en los principales programas de

control integrado en cultivos donde el producto dispone de registro en España.

Las características de espectro y forma de acción de Movento® 150 O-TEQ hacen de este producto una valiosa herramienta en la gestión de plagas de difícil control y permiten la consolidación de estrategias sostenibles dentro del entono de programas de control integrado.

PROSARO: FUNGICIDA PARA EL CONTROL DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LOS CEREALES Y OTROS CULTIVOS EXTENSIVOS

RESUMEN

Prosaro es un nuevo fungicida sistémico, de Bayer CropScience AG, destinado a controlar hongos causantes de las principales enfermedades en cereales y en otros cultivos extensivos. El formulado contiene 125 g/l de **prothioconazol** y 125 g/l de **tebuconazol**, y se presenta en el mercado en forma de concentrado para emulsión (EC).

Prothioconazol es el primer representante de una nueva familia química de fungicidas, las **triazolinionas**, y posee el mismo modo de acción de los triazoles.

Tebuconazol es una sustancia activa bastante conocida y perteneciente a la familia química de los triazoles.

Prosaro presenta niveles de eficacia muy interesante sobre las diferentes enfermedades de cereales: Oídio, Septoria, Royas, Heminthosporium, Rincosporium, Mal de pie y Fusarium, a la dosis de 1l/ha, así como una completa selectividad. El manejo de posible aparición de las resistencias se basará en la combinación de dos materias activas diferentes, y en limitar el número de aplicaciones: 1 ó 2 como máximo por campaña.

En España, actualmente el producto se encuentra en fase de registro.

Prosaro: Fungicide to control the main diseases on cereals and other arable crops

ABSTRACT

Prosaro is a new systemic fungicide to control the major fungal diseases in cereals and other extensive crops. It's an EC formulation containing 125 g/l of **prothioconazol** and 125 g/l of **tebuconazol**.

Prothioconazole belongs to the chemical class of **Triazolinthione**, and as a SBI the mode of action is based on the inhibition of the sterols biosynthesis. **Tebuconazol** is largely well known molecule belonging to the SBI mode of action as well.

Applied to 1 L/ha, **Prosaro** is very effective against powdery mildew, septoria leaf spot, rusts, powdery mildew, net blotch, scald, *Fusarium*. It's also very selective and concerning the resistance management **Prosaro** will be applied maximum twice per season.

Actually in Spain the product is under registration process.

INTRODUCCIÓN

Prosaro es un nuevo fungicida sistémico, de Bayer CropScience AG, destinado a controlar hongos causantes de las principales enfermedades en cereales y en otros cultivos extensivos. El formulado contiene 125 g/l de **protioconazol** y 125 g/l de **tebuconazol**, y se presenta en el mercado en forma de concentrado para emulsión (EC).

Protioconazol es el primer representante de una nueva familia química de fungicidas, las **triazolinionas**, resultado de una modificación estructural en el heterociclo del azol. Posee el mismo modo de acción de los triazoles, es decir, actúa en la inhibición de la biosíntesis del ergosterol.

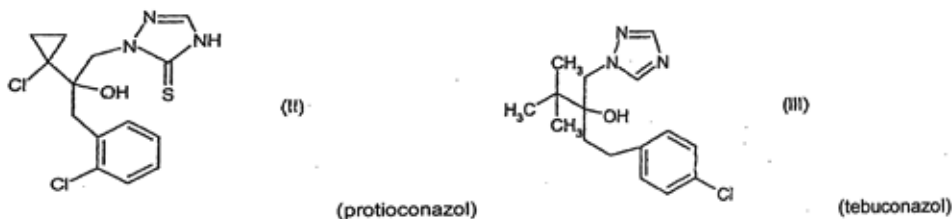
Tebuconazol es una sustancia activa bastante conocida y perteneciente a la familia química de los triazoles.

Esto significa que ambas sustancias activas presentes en el **Prosaro**, dentro del grupo de los Inhibidores de la Biosíntesis del Ergosterol (IBE – Grupo G1 de FRAC), pertenecen a la clase 1 (Inhibidores de Demetilación – DMI).

Informaciones básicas sobre las sustancias activas

- Nombre comercial: **Prosaro**
- Nombre de las sustancias activas: **Protioconazol (PTZ); Tebuconazol (TBZ)**
- Nombre químico (IUPAC): **PTZ**: 2-[(2RS)2-(1-chlorocyclopropyl)-3-(2-chlorophenyl)-2-hydroxy-propyl]-2H-1,2,4-triazole-3(4H)-thione
- Nombre químico (IUPAC): **TBZ**: 1-(4-Chloro-phenyl)-4,4-dimethyl-3-[1,2,4]-triazol-1-ylmethyl-pentan-3-ol
- Nombre de código: **PTZ**: BAY-JAU6476; **TBZ**: BAY-HWG1608
- Familia química: Triazolinionona; Triazol
- Fórmula molecular: **PTZ**: C₁₄H₁₅Cl₂N₃OS; **TBZ**: C₁₆H₂₂ClN₃O C₁₄H₈Cl₃F₃N₂O

- Fórmula estructural:



MODO DE ACCIÓN

A nivel bioquímico, y en cuanto a su modo de acción, **protioconazol** y **tebuconazol** son fungicidas Inibidores de la Biosíntesis del Ergosterol (IBS). El ergosterol es un componente de la membrana celular de los hongos y que asume una función estructural, regulando la fluidez y permeabilidad de la membrana celular y del crecimiento de los hongos (Steva, 1992).

Protioconazol es una sustancia perteneciente a la familia química de las **triazolinionas** resultado de una modificación estructural en el heterociclo del azol.

Los fungicidas inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE) y más concretamente los pertenecientes a la clase 1 (DMI), actúan sobre la desmitilación en la posición 14 del lanosterol o 24-metilo-dihidro-lanesterol, precursores de los esteroides en los hongos.

Como ocurre en relación a los restantes triazoles, **protioconazol** y **tebuconazol** son sustancias activas con propiedades sistémicas, con acción preventiva (inhiben el desarrollo del tubo germinativo e impiden la fijación de los apresorios a la superficie de los vegetales) como curativa (deformando los haustorios e dañando el micelio y conidióforos ya formados) (Hill, 1998).

Sus propiedades sistémicas fueron estudiadas en diferentes cultivos a través de la señalización de las moléculas. Los resultados indican una distribución rápida y uniforme en la hoja además de una gran persistencia de acción. No se observó acumulación en los ápices vegetativos.

PERFIL TOXICOLÓGICO Y MEDIOAMBIENTAL

Protioconazol presenta baja toxicidad aguda y no es carcinógeno ni mutagénico.

- Toxicidad oral aguda: LD50 (rata): mg/kg > 5000 mg/kg
- Toxicidad dermatológica aguda: LD50 (rata): mg/kg > 4000 mg/kg
- Irritación cutánea en conejo: Irritante
- Irritación ocular en conejo: No irritante

En los ensayos adjuntos al dossier de evaluación biológica se realizaron observaciones visuales de cualquier efecto sobre organismos beneficiosos y sobre otros organismos que no eran el objetivo directo de los ensayos. En ninguno de los casos se observaron efectos indeseables sobre estos organismos.

PROSARO

Prosaro es una emulsión concentrada para emulsión (EC) que contiene 125 g/l de **prothioconazol** y 125 g/l de **tebuconazol** y que se destina al control de importantes enfermedades provocadas por hongos en trigo, cebada, centeno, triticale, avena, colza, guisantes y habas.

En España, actualmente el producto se encuentra en fase de registro.

USOS SOLICITADOS

En la Tabla nº 1 se presentan los usos solicitados para Prosaro en España. Además de cereales se solicitó también el registro en otros cultivos extensivos como colza, guisantes y habas.

Tabla 1: Usos solicitados para Prosaro en España.

Cultivo	Problema	Dosis de producto (L/ha)	Nº máximo de aplicaciones	Plazo de seguridad (días)
Trigo, cebada, centeno, triticale y avena	Septoria, oídio, roya, helminthosporium, ryncosporium y fusarium	1,0	2 (separadas 21 días)	35
Colza	Esclerotinia y cylindrosporium	1,0	2 (separadas 28 días)	56
Guisantes y habas	Oídio, roya y antracnosis	1,0	2 (separadas 14 días)	35

Añadir que para los cultivos de trigo, triticale y centeno las aplicaciones transcurren desde el estadio fenológico 2º nudo perceptible (BBCH 32) hasta el final de la floración (BBCH 69) y para los cultivos de cebada y avena las aplicaciones son desde el estadio 2º nudo perceptible (BBCH32) hasta inicio de la floración (BBCH 61).

ENSAYOS DE EFICACIA REALIZADOS EN ESPAÑA

Para comprobar la eficacia de **Prosaro** en nuestras condiciones, fueron realizados en España un número significativo de ensayos de eficacia, bien de registro como demostrativos, sobre todo en cereales de Invierno. Algunos ejemplos se presentan en las gráficas siguientes.

En la Gráfica nº 1 se presentan los resultados de un ensayo de eficacia realizado en trigo duro en la zona de Jerez de la Frontera. A los 35 días después de la aplicación, y para una frecuencia de ataque de roya del 100% en las parcelas testigo, **Prosaro** aplicado a la dosis de 1,0 L/ha alcanzó el 100% de eficacia sobre la enfermedad objeto del estudio. El valor fue ligeramente superior al obtenido por los restantes tratamientos, incluyendo la dosis de 0,8 L/ha de **Prosaro** (efecto de dosis).

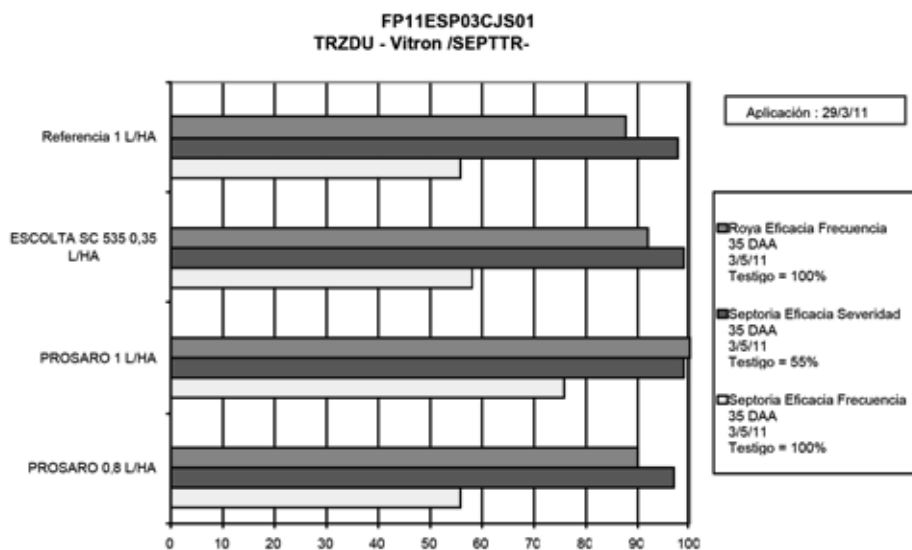
En cuanto a Septoria, y para una intensidad de ataque del 55% en el testigo, los resultados fueron muy satisfactorios y muy similares entre los diferentes tratamientos pero de todos modos, y relativamente a la eficacia en cuanto a frecuencia de ataque (100% en el testigo), **Prosaro** demostró una considerable superioridad.

En un ensayo realizado en trigo en la Comunidad de La Rioja (Gráfica nº 2), **Prosaro** demostró un excelente nivel de eficacia contra oidio. En dicho ensayo se observó un claro efecto de dosis entre el rango de 0,75 L/ha y 1,0 L/ha de **Prosaro**.

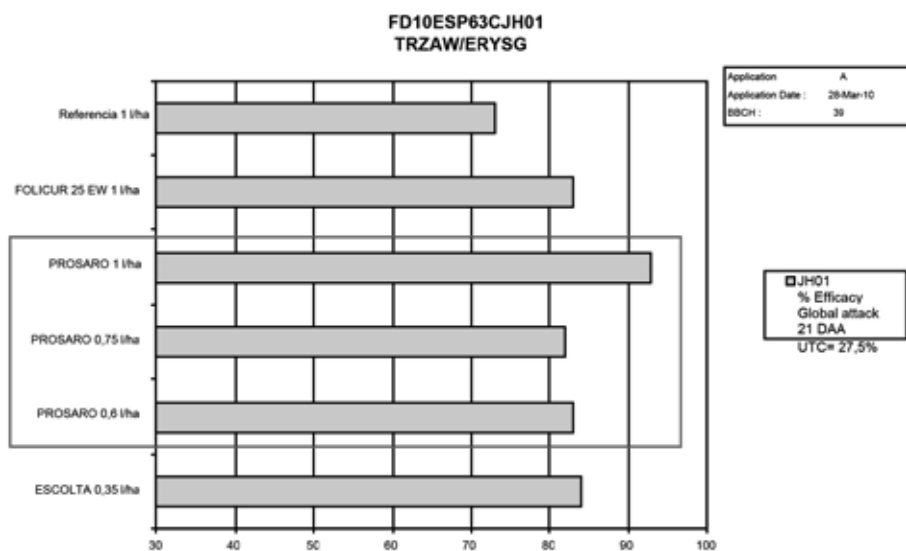
En cebada la eficacia de **Prosaro** sobre *Helminthosporium* y *Rhynchosporium* quedó bien reflejada en los ensayos presentados en las Gráficas nº 3 y 4, respectivamente. En su dosis más elevada (1,0 L/ha) **Prosaro** alcanzó niveles de eficacia superiores a los 90% y superiores a los demás tratamientos, mientras que aplicado a dosis inferiores (0,6 – 0,75 L/ha) los resultados fueron semejantes o incluso superiores a los obtenidos con otros formulados.

Se considera importante añadir que las fusariosis de espiga provocan no solo pérdidas de rendimiento, sino que pueden ejercer una influencia muy negativa sobre la calidad de los cereales debido a la calidad para los procesos de transformación, la capacidad germinativa y la presencia de micotoxinas. La seguridad alimentaria es un factor muy importante, podríamos decir limitante de la calidad de los cereales. En este punto, **Prosaro** se presenta como una herramienta muy potente en la lucha contra fusarium en espiga (fundamentalmente *Fusarium roseum* como productor de micotoxinas).

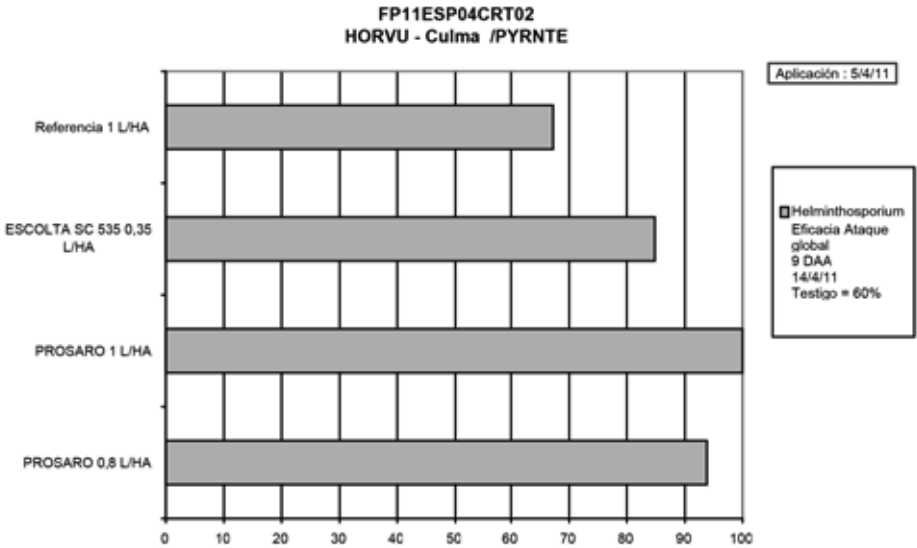
Gráfica 1: Ensayo de eficacia contra septoria y roya en trigo duro.
(Jerez de la Frontera – CA).



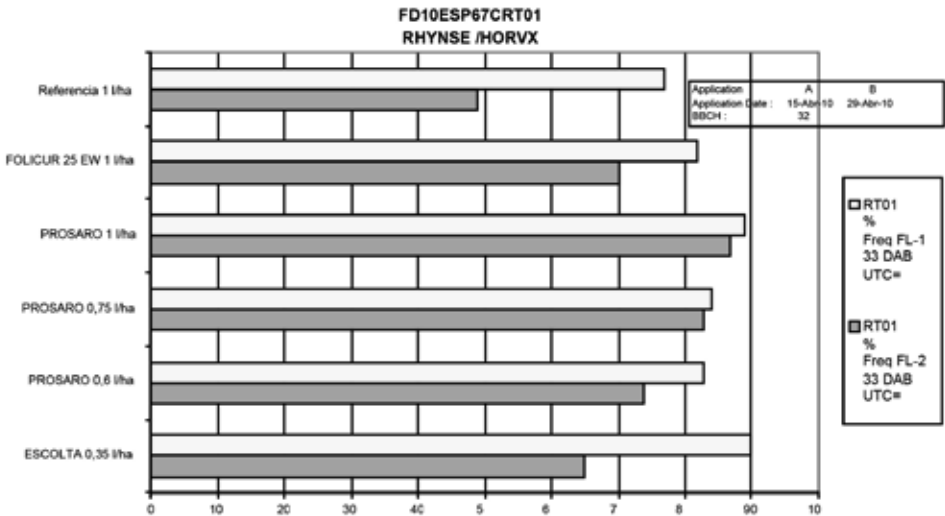
Gráfica 2: Ensayo de eficacia contra oídio en trigo. (Foncea – LO).



Gráfica 3: Ensayo de eficacia contra *Helminthosporium* en cebada. (Albesa - L).



Gráfica 4: Ensayo de eficacia contra *Rincosporium* en cebada. (Tarroja de Segarra - L).



En resumen, se puede asegurar que **Prosaro** aplicado a la dosis de 1L/ha es un producto muy eficaz contra las principales enfermedades que atacan el trigo y cebada.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESISTENCIAS

No se conoce en España la existencia de cepas de patógenos de cereales resistentes a los IBE. En el caso de detectarse (como en otros países del Norte de Europa) la presencia de cepas menos sensibles a estos fungicidas, la resistencia es de tipo gradual, y la resistencia cruzada no es total entre los diferentes IBE, lo que permite una mejor gestión de estas.

Por otra parte, la baja presión de enfermedad en la mayoría de nuestras regiones cerealícolas no es favorable al desarrollo de resistencias en estos patógenos.

Consideramos que el hecho de asociar dos moléculas, **protioconazol** y **tebuconazol** de este grupo diverso de los IBE, y limitar el número de aplicaciones por campaña a dos como máximo (en la gran mayoría de los casos no se realizará más de una aplicación), será una medida suficientemente eficaz para el manejo de las resistencias.

SELECTIVIDAD EN CULTIVOS

De todos los ensayos realizados en España, **Prosaro** fue selectivo a excepción de 2 ensayos (de 35 ensayos estudiados), en condiciones de stress de plantas, fenómeno conocido para la materia activa **tebuconazol**. Los síntomas presentados fueron de pequeñas manchas en las hojas por el impacto de la gota del caldo de aplicación. Este fenómeno no se ha descrito en otros países.

En conclusión, para el conjunto de los cultivos de cereal (trigo blando y duro, cebada, avena, centeno y triticales) así como colza, guisantes y haba común consideramos **Prosaro** como completamente selectivo a la máxima dosis ensayada de 1 l/ha.

EFFECTO FISIOLÓGICO

Siendo el resto de condiciones iguales, los modelos de balance demuestran claramente que la temperatura de hoja varía con la transpiración de las hojas, reflejando cambios en la conductancia de los estomas. (Monteith, 1973; Hatfield et al., 1987; Jones, 1999).

La exposición de las plantas a estrés por sequía / altas temperaturas resulta generalmente en el decrecimiento perceptible en la conductancia de los estomas.

En plantas más estresadas fue posible observar a través de termografía de infrarrojos que el cierre de los estomas y la reducción de transpiración conducen a una mayor temperatura de la hoja. En estudios de

laboratorio, plantas tratadas con **Prosaro**, mostraron una mayor actividad fotosintética, contenido de clorofila y menor temperatura (comparativamente a un producto de referencia) obteniéndose incrementos de cosecha bajo condiciones libres de enfermedad.

CONCLUSIÓN

Las propiedades biológicas de **Prosaro** pueden resumirse como sigue:

- **Eficacia** sobre las diferentes enfermedades de cereales: Oídio, Septoria, Royas, Heminthosporium, Rincosporium, Mal de pie y Fusarium, a la dosis 1l/ha.
- **Completa selectividad** en trigo blando, cebada, avena y centeno.
- El **manejo de aparición de las resistencias** se basará en la combinación de dos materias activas diferentes, y en la limitación del número de aplicaciones: 1 ó 2 como máximo por campaña.
- Sin efectos negativos en la **calidad final** de la cosecha y los procesos de transformación. Mejora de la calidad debido al **control** de fusarium susceptible de sintetizar **micotoxinas** que afecta de gran manera la calidad de los cereales.
- **Efecto fisiológico positivo** en situaciones de estrés por altas temperaturas y sequía.

Estas propiedades hacen de **Prosaro** un excelente fungicida para el control de las principales enfermedades de los cereales en España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bayer CropScience AG (2004)

Pflanzenschutz Nachrichten Bayer - Prothioconazole

Bayer CropScience Portugal (2007)

Dossier Biológico: **Prosaro** – Prothioconazol 125 g/l & tebuconazol 125 g/l, EC. Novo fungicida, de aplicação foliar para o controlo de doenças em cereais.

Carmen Díaz-Andreu (2008)

Prosaro – Fungicida de amplio espectro para cereales. Dossier conforme a: Directiva 91/414/EEC. (Directiva OECD, rev7 2004-12-23). Anexo IIIA1. Sección 7 Punto 6. Documento M

FRAC – Fungicide Resistance Action Committee (2006)

www.frac.info/frac/index.htm

Nigel P Godley / Andrew B Cheer - Bayer CropScience UK (2003)

A summary of information supporting the claims made for UKA187, an EC formulation 125 g/l JAU 6476 and 125 g/l tebuconazole for control of the foliar and stem base fungal disease of winter wheat, winter rye and barley. National Biological Dossier.
Huxton, Cambridge.

FLUOPICOLIDA: UNA NUEVA SUSTANCIA ACTIVA PARA EL CONTROL DE MILDIIUS EN CULTIVOS HORTICOLAS, PATATA Y VIÑA

RESUMEN

La **fluopicolida (AE C638206)** es una nueva sustancia activa con actividad fungicida, resultado de la investigación Bayer CropScience AG. Perteneciente a la familia química de los **acylpicolides**, tiene un nuevo modo de acción diferente de los restantes fungicidas actualmente presentes en el mercado, por lo que es la única integrante del grupo B5 de FRAC. **Fluopicolida** aplicada a bajas dosis, presenta un elevado nivel de eficacia contra hongos de los géneros *Plasmopora*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora*, *Bremia*, y *Phytophthora*.

El perfil biológico de **fluopicolida** se caracteriza por un elevado y consistente grado de protección contra las enfermedades provocadas por los hongos oomicetos mostrando igualmente acción anti-esporulante y curativa.

En España existen 2 formulados con **fluopicolida**: **Volare**, una solución concentrada (SC) que contiene 62,5 g/l de **fluopicolida** y 625 g/l de **propamocarb** y que se destina al control de mildiu en patata y en otros cultivos hortícolas, tales como cucurbitáceas, lechuga, brécol y repollo; **Profiler**, un granulado dispersable (WG) con 4,4% de **fluopicolida** y 66,6% de **fosetil de aluminio (fosetil-AI)** con objetivo de controlar mildiu en viña, tanto en uva de vino como en uva de mesa.

Ambos formulados se caracterizan por un elevado nivel de eficacia sobre las enfermedades a que se destinan, completa selectividad y ausencia de problemas de resistencia cruzada con otros fungicidas conocidos.

Estas propiedades hacen de **Volare** y **Profiler** excelentes fungicidas para el control de mildiu en cultivos hortícolas y viña.

ABSTRACT

Fluopicolide (AE C638206) is a new active ingredient with fungicidal activity and represents a new class of chemistry with a novel and unique mode of action with no cross resistance to other Oomycete fungicides. Belongs to the acylpicolides family and so far is the only representative of the B5 FRAC group.

It is very effective against a wide range of Oomycete diseases including downy mildews (*Plasmopara*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora*, *Bremia*), late blight (*Phytophthora*)

The biological profile is characterized by a consistently high level of persistent protectant activity. It further demonstrates antispore activity and curative potential.

Two formulations containing **fluopicolide** are registered in Spain: **Volare**, a concentrated suspension (SC) containing 62,5 g/l of **fluopicolide** and 625 g/l of **propamocarbe** to control downy mildew diseases on potato, cucurbits, lettuce, broccoli and head cabbages; **Profiler**, dispersible granules (WG) containing 4,4% of **fluopicolide** and 66,6% of **fosetyl-Al** to control downy mildew on grapes.

Both compounds are highly effective against the targeted diseases, very selective to the crops and with no cross resistance issues.

For these reasons both **Volare** and **Profiler** are considered excellent fungicides to control downy mildew on vegetables and grapes.

INTRODUCCIÓN

La **fluopicolida** (**AE C638206**) es una nueva sustancia activa con actividad fungicida, resultado de la investigación Bayer CropScience AG.

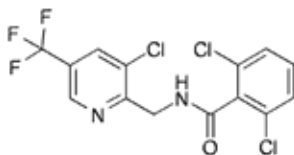
Perteneciente a la familia química de los **acylpicolides**, tiene un nuevo modo de acción diferente de los restantes fungicidas actualmente presentes en el mercado, por lo que es la única integrante del grupo B5 de FRAC.

Fluopicolida aplicada a bajas dosis, presenta un elevado nivel de eficacia contra hongos de los géneros *Plasmopora*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora*, *Bremia*, y *Phytophthora*.

INFORMACIONES BÁSICAS SOBRE LA SUSTANCIA ACTIVA

- Nombre de la sustancia activa: **Fluopicolida**
- Nombre químico (IUPAC): 2,6 dichloro-N-{[3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2- pyridinyl-methyl-benzamide
- Nombre de código: AE C638206
- Familia química: Acylpicolides/Benzamida
- Fórmula molecular: C₁₄H₈Cl₃F₃N₂O

- Fórmula estructural:



- Peso molecular: 383,59 g/mol

MODO DE ACCIÓN

Fluopicolida pertenece a una nueva familia química de fungicidas, los **acylpicolides**, cuyo modo de acción, a nivel bioquímico, actualmente no es conocido en su totalidad.

A pesar de ello, hasta el momento está demostrado que la **fluopicolida** no tiene resistencias cruzadas con otros fungicidas de acción anti-mil-diu pues representa un nuevo y único modo de acción.

Los estudios realizados muestran que la **fluopicolida** deslocaliza la proteína espectrina, la cual está asociada a la unión de la membrana celular y el citoesqueleto de las células del hongo. Estas proteínas, en los hongos ascomicetos y oomicetos, tienen un papel importante en la estabilidad de la membrana por lo que la **fluopicolida** provoca el debilitamiento de las formaciones estructurales del hongo.

Recurriendo a un anticuerpo específico de la espectrina, fue posible demostrar que tras un único tratamiento con **fluopicolida**, aparece una redistribución de las proteínas en el citoplasma. Este efecto altamente específico no ha sido observado en ningún otro fungicida hasta la fecha.

A nivel celular, la **fluopicolida** es activa en la mayoría de los estadios de desarrollo de los hongos oomicetos: esporulación, formación y movilidad de zooporas, germinación de quistes de zoosporas, formación y germinación de oosporas. Asimismo es activa en la germinación directa e indirecta de esporangios, en la penetración del micelio dentro del tejido de la planta y en el crecimiento y desarrollo del micelio.

A través de observaciones microscópicas fue posible observar que, incluso a dosis muy bajas, la **fluopicolida** tiene un efecto muy rápido sobre la movilidad de las zoosporas ($LC_{90} < 0,05$ ppm en PHYTIN), pues las inmoviliza, provoca su hinchamiento y que revienten en menos de 20 minutos.

La **fluopicolida** se fija fuertemente a la estructura cuticular. Presenta actividad translamina, es decir, un tratamiento en el haz de la hoja se traduce en protección del envés y viceversa. Presenta actividad sistémica acropetalica y la molécula se redistribuye rápidamente por vía xilemática aunque de forma limitada. Por otro lado, la molécula no es transportada a través del floema ni es volátil por lo que no existe redistribución de la misma en fase de vapor.

Fluopicolida actúa por contacto pero preferentemente ha de aplicarse antes de que las infecciones en las hojas aparezcan.

El perfil biológico de **fluopicolida** se caracteriza por un elevado y consistente grado de protección contra las enfermedades provocadas por los hongos anteriormente mencionados mostrando igualmente acción anti-esporulante y curativa. El control de las enfermedades ocurre vía foliar.

En resumen, la **fluopicolida** representa un nuevo y único modo de acción con un elevado nivel de eficacia en el control de hongos oomicetos.

PERFIL TOXICOLÓGICO Y MEDIOAMBIENTAL

Fluopicolida presenta baja toxicidad aguda y no es carcinógeno ni mutagénico.

- Toxicidad oral aguda: LD50 (rata): mg/kg > 5000 mg/kg.
- Toxicidad dermatológica aguda: LD50 (rata): mg/kg > 5000 mg/kg.
- Irritación cutánea en conejo: No irritante.
- Irritación ocular en conejo: Ligeramente irritante. No es requerida su clasificación.

En la fase inicial de desarrollo de la **fluopicolida** (fase de *screening*) esta sustancia activa fue ampliamente ensayada en varias especies de artrópodos y nematodos, en dosis de hasta 100 ppm. Dichos ensayos se realizaron en las siguientes especies: *Spodoptera exigua*; *Heliothis virescens*; *Aphis fabae*; *Nilaparvata lugens*; *Diabrotica undecimpunctata*; *Meloidogyne incognita* y *Tetranychus urticae*.

En las condiciones en las que los ensayos de *screening* fueron realizados, la **fluopicolida** no presentó eficacia ninguna sobre estas especies por lo que se concluyó que, al menos en una dosis de hasta 100 ppm, la **fluopicolida** no presenta acción insecticida.

Del mismo modo la sustancia se manifestó selectiva para las principales especies de insectos beneficiosos como abejas, *Aphidius rhopalosiphii*, *Thyphlodromus pyri*, *Kamipimodromus aberrans*, *Chrysoperla carnea*,

Amblyseius swirskii. Tampoco es tóxico para pájaros y otros organismos no objetivos.

En función de un perfil ecotoxicológico tan favorable, la **fluopicolida** constituye una herramienta para un control integrado y sostenible.

VOLARE Y PROFILER: NUEVOS FORMULADOS A BASE DE FLUOPICOLIDA REGISTRADOS EN ESPAÑA

Volare es una solución concentrada (SC) que contiene 62,5 g/l de **fluopicolida** y 625 g/l de **propamocarb** y que se destina al control de mildiu en patata y en otros cultivos hortícolas, tales como cucurbitáceas, lechuga, brécol y repollo.

Está autorizado en España desde Julio de 2012 con el número de registro 25.351.

Profiler es un granulado dispersable (WG) con 4,4% de **fluopicolida** y 66,6% de **fosetil de aluminio (fosetil-Al)** con objetivo de controlar mildiu en viña, tanto en uva de vino como en uva de mesa.

Autorizado también en España desde Julio de 2012 con número de registro 25.214.

VOLARE: FUNGICIDA CONTRA MILDIU EN PATATA Y OTROS CULTIVOS HORTÍCOLAS

Volare es un nuevo formulado con 62,5 g/l de **fluopicolida** y 625 g/l de **propamocarb**, en la forma de hidrocloreuro. Este fungicida une la acción de dos sustancias activas que pertenecen a familias químicas diferentes, pero ambas con acción sistémica y protección contra enfermedades provocados por hongos oomicetos.

Las características de la **fluopicolida** han sido detalladas anteriormente.

Propamocarb (en forma de hidrocloreuro), es un fungicida utilizado desde hace varios años en una gran variedad de cultivos hortícolas y plantas ornamentales para combatir enfermedades provocadas, en su mayoría, por hongos de los géneros *Pythium* y *Phytophthora*.

Es un fungicida sistémico perteneciente a la clase química de los **carbamatos**. A nivel bioquímico, el **propamocarb**, actúa en diferentes estadios de la síntesis de los fosfolípidos y ácidos grasos provocando la disrupción de las membranas del hongo. **Propamocarb** es un fungicida *multi-site* y, hasta la fecha, no se han detectado estirpes de hongos

resistentes a pesar de que el producto sea utilizado, repetidamente, durante años consecutivos.

Al nivel celular, **propamocarb** afecta al crecimiento del micelio y la germinación de las esporas del hongo.

A pesar de que **Volare** contiene dos moléculas de familias químicas diferentes con modos de acción distintos, y dado que los hongos a los que se destina se consideran agentes patógenos de alto riesgo en relación al desarrollo de resistencias, se ha establecido un límite en relación al número máximo de aplicaciones en cada cultivo. Conjuntamente con el límite en el número de tratamientos, se recomienda la alternancia con otros fungicidas de otras familias químicas, debiendo preferentemente aplicarse de forma preventiva. De todos modos, y puesto que nos encontramos ante una nueva familia química con elevado nivel de eficacia, **Volare** goza de gran interés para ser incluido en estrategias de antiresistencia (hasta el momento no han sido encontrados problemas de resistencia cruzadas con otros fungicidas anti mildiu).

USOS AUTORIZADOS

Volare obtuvo el registro en España en Julio del año 2012 de acuerdo con las condiciones que se presentan en la Tabla nº1. Está registrado en varios países europeos, Italia, Francia, Portugal, Grecia, por citar algunos de los países del Sur de Europa.

Tabla 1: Usos autorizados de Volare en España.

Cultivo	Problema	Lugar	Dosis de producto (L/ha)	Nº máximo de aplicaciones	Plazo de seguridad (días)
Pepino, Calabacín	Mildiu	Invernadero	140 – 160	2	1
Melón, Sandía	Mildiu	Invernadero y Aire libre	140 – 160	2	3
Lechuga	Mildiu	Aire libre	1,4 – 1,6	2	14
Brécol, Repollo	Mildiu	Aire libre	1,2 – 1,6	3	14
Patata	Mildiu	Aire libre	1,2 – 1,6	4	7

ENSAYOS DE EFICACIA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS

Anterior a su lanzamiento en el mercado, y para probar su alto grado de eficacia contra las especies de hongos a que las que se destina, **Volare** fue ensayado en las más diversas condiciones en un gran numero de

países. En la gran mayoría de estos ensayos **Volare** presentó un elevado nivel de eficacia y obtuvo resultados superiores a los de otros productos de referencia en el sector.

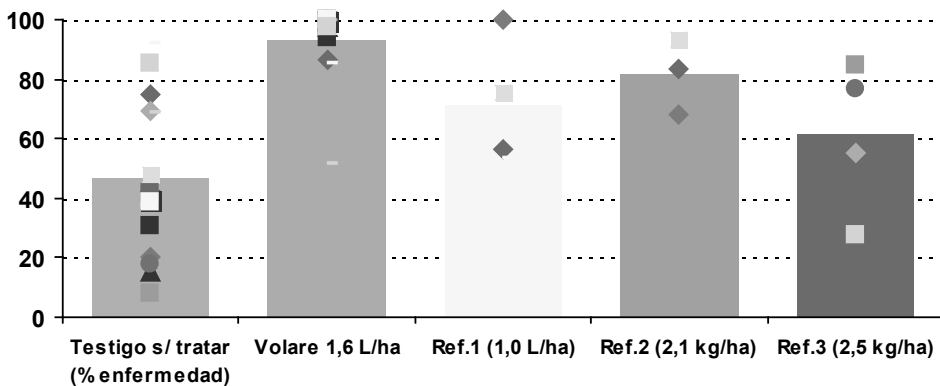
Debemos añadir que en aquellos países en los que **Volare** ya se encuentra en fase de comercialización desde hace algunos años, el producto constituye es un referente en cuanto al control de mildius en estos cultivos.

Para el cultivo de lechuga, se representa en la Gráfica nº 1 un resumen de los resultados obtenidos en 14 ensayos realizados en diferentes países europeos para el control de *Bremia lactucae*. En términos medios, el grado de destrucción en las parcelas no tratadas fue superior a un 40% y las eficacias obtenidas con **Volare** no solamente fueron muy elevadas y significativamente superiores a las obtenidas con los productos de referencia, sino que también fueron muy consistentes, lo que revela una gran seguridad en cuanto a su utilización.

Para brécol, se presenta en la Gráfica nº 2 un resumen de los resultados obtenidos en 7 ensayos de eficacia contra *Peronospora spp.* También en este cultivo, **Volare** demostró un elevado grado de eficacia contra la mencionada enfermedad siendo también visible un claro efecto en la dosis.

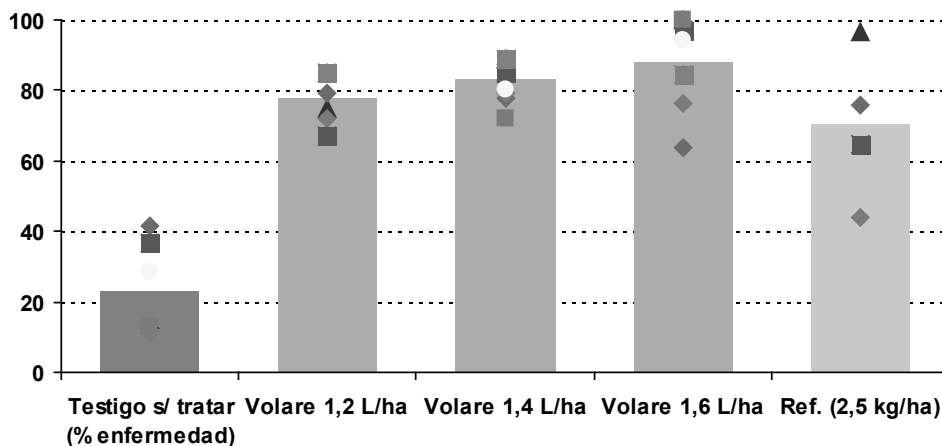
Gráfica 1: Resumen de 14 ensayos realizados por Bayer CropScience, en diferentes países europeos, frente a *Bremia lactucae* en lechuga. Ensayos con aplicaciones preventivas.

(% Eficacia Abbott)



Gráfica 2: Resumen de 7 ensayos realizados por Bayer CropScience, en diferentes países europeos, frente a *Peronospora spp.* en brécol. Ensayos con aplicaciones preventivas.

(% Eficacia Abbott)



ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESISTENCIAS

Considerando que la **fluopicolida** presenta cierto riesgo de posible aparición de resistencias en mildiu de patata y cultivos hortícolas, Bayer CropScience decidió la estrategia de no desarrollar **fluopicolida** como producto en solitario, sino que siempre sea aplicado en combinaciones con materias activas de otro modo de acción. En concreto, **Volare** es una asociación con **propamocarb**, materia activa con modo de acción multi-site, y de gran eficacia en los mildiu de estos cultivos.

Adicionalmente, Bayer CropScience recomendará el uso de **Volare** en alternancia con productos de modos de acción diferentes al mismo, en calendarios de uso que requieran numerosas aplicaciones.

El número máximo de aplicaciones recomendadas en **Volare** será de 3 por campaña en hortícolas, y hasta 4 en patata (debido a la necesidad en algunos casos de programas de aplicación muy largos). En el caso de la lechuga, el máximo número de aplicaciones será de 2.

El monitoreo de sensibilidad en *Phytophthora infestans* y *Bremia lactucae* continúa como estrategia a largo plazo, enviándose anualmente muestras de patógeno de diversos lugares de Europa, entre los que se encuentra España, y fundamentalmente del cultivo de lechuga, debido a la importancia que éste tiene en nuestro país.

SELECTIVIDAD EN CULTIVOS Y ORGANISMOS BENEFICIOSOS

Se puede considerar el uso de **Volare** completamente seguro cuando es administrado en las dosis y número de aplicaciones recomendadas, ya que de los ensayos realizados, no solamente en España sino también en otros países, no se observaron problemas de selectividad para los cultivos. En los rarísimos casos en que se observaron síntomas estos se consideraron totalmente aceptables y no serán de esperar en caso de utilizar el producto siguiendo las indicaciones, en las condiciones y número de aplicaciones recomendadas.

En los ensayos adjuntos al dossier de evaluación biológica se realizaron observaciones visuales de cualquier tipo de efecto sobre organismos beneficiosos y sobre otros organismos que no eran el objetivo fundamental de los ensayos. En ninguno de los casos se observaron efectos indeseables sobre organismo alguno.

CONCLUSIÓN

Las propiedades biológicas de **Volare** pueden resumirse como sigue:

- **Eficacia muy interesante** sobre mildiu en cultivos hortícolas: patata, lechuga, brécol y cucurbitáceas.
- **Completa selectividad** en aquellos cultivos en los que se encuentra autorizado.
- **Sin resistencia cruzada** con otros fungicidas conocidos. El programa de manejo de aparición de las resistencias se basa tanto en el hecho de tratarse de un coformulado entre dos materias activas diferentes, como en la limitación del número de aplicaciones por campaña (tal y como se indica en la etiqueta) y en la alternancia en programas de aplicación con productos modo de acción diferentes.

Estas propiedades hacen de **Volare** un excelente fungicida para el control de mildiu en cultivos hortícolas.

PROFILER: FUNGICIDA CONTRA MILDIU EN VIÑA

Profiler es un nuevo formulado que se presenta en la forma de gránulos dispersables en agua (WG) con 4,4% de **fluopicolida** y 66,6% de **fosetil de aluminio (fosetil-Al)**. Este fungicida combina la acción de dos sustancias activas pertenecientes a dos familias químicas diferentes pero ambas con acción sistémica y de gran protección contra enfermedades

provocadas por hongos oomicetos, concretamente contra el mildiu de la vid (*Plasmopara vitícola*).

Las características de la **fluopicolida** han sido presentadas detalladamente en el presente texto.

En cuanto al **fosetil-AI**, perteneciente a la familia química de etil-fosfonato, se trata de un fungicida sistémico (con sistemía acropetálica y basipetálica) con una gran movilidad en el interior de los tejidos vegetales por lo que asegura una excelente protección de los lanzamientos en la fase de crecimiento activo de las plantas. Tiene una actividad sobre todo preventiva, bien estimulando los mecanismos de defensa natural, bien por inhibición de la germinación de las esporas o bien bloqueando el desarrollo del micelio de diversos hongos entre los cuales se incluyen los mildiús. Presenta una actividad curativa reducida.

En teoría no presenta problemas cuanto a riesgo de resistencias.

Para una mejor gestión de las estrategias de antiresistencia, **Profler** está limitado a un máximo de 3 aplicaciones por campaña, recomendándose su uso como preventivo.

USOS AUTORIZADOS

Profler obtuvo el registro en España en Julio del año 2012 de acuerdo con las condiciones presentadas en la Tabla nº 2. Se encuentra registrado en los restantes países del Sur de Europa no nombrados anteriormente.

Tabla 2: Usos autorizados de Profler en España.

Cultivo	Problema	Concentración de producto (kg/hl)	Nº máximo de aplicaciones	Plazo de seguridad (días)
Viña (uva de vino y uva de mesa)	Mildiu (<i>Plasmopara vitícola</i>)	0,225 – 0,3 (máximo de 3 kg/ha)	3	28

ENSAYOS DE EFICACIA EN VIÑA

A lo largo de los últimos años fueron innumerables los ensayos que se realizaron con **Profler**, para evaluar su nivel de eficacia contra el mildiu de la viña.

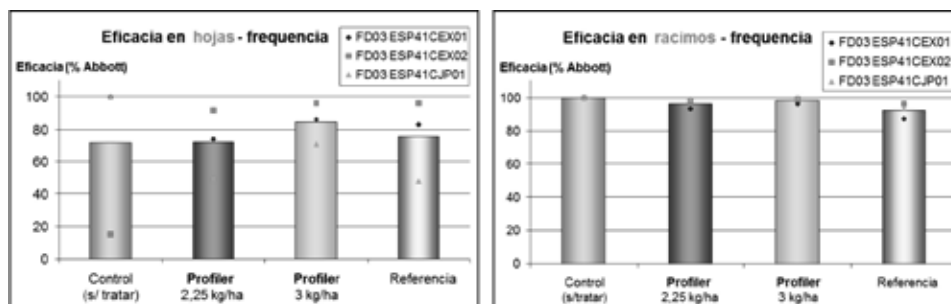
En España, los ensayos para su registro transcurrieron sobre todo en la Comunidad Autónoma de Galicia donde, por sus condiciones meteorológicas, los ataques de mildiu son frecuentes y muy intensos. Esto significa que **Profler** se ensayó en condiciones muy favorables al desarrollo

del mildiu, lo que garantiza robustez y fiabilidad en relación a los resultados obtenidos.

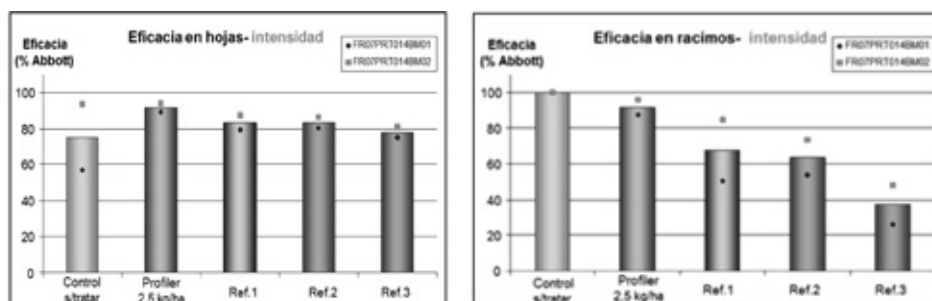
En la figura número 3 se presenta un resumen de 3 ensayos de eficacia contra mildiu de la vid realizados en España con diferentes dosis de **Profiler**. Sobre todo en racimo, y con una frecuencia de ataque del 100%, **Profiler** alcanzó un excelente nivel de eficacia.

También en la región del Noroeste de Portugal, cuyas condiciones edafoclimáticas son bastante parecidas a las de la Comunidad de Galicia, se realizaron ensayos de eficacia sobre mildiu de la vid. El resumen de 2 ensayos realizados se presenta en la figura número 4, ahora reflejando la intensidad de ataque en hojas y en racimo. En ambos casos la eficacia de **Profiler** aplicado a 2,5 kg/ha fue muy satisfactoria y superior en relación a los productos de referencia.

Gráfica 3: Resumen de 3 ensayos realizados por Bayer CropScience, en Galicia, frente a *Plasmopara vitícola* en vid. Nivel de eficacia en hojas y racimos. (Frecuencia de ataque en las parcelas sin tratar).



Gráfica 4: Resumen de 2 ensayos realizados por Bayer CropScience, en el Noroeste de Portugal (Región de Minho), frente a *Plasmopara vitícola* en vid. Nivel de eficacia en hojas y racimos. (Intensidad de ataque en las parcelas sin tratar).



ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESISTENCIAS

Para el cultivo de la vid, **fluopicolida** fue desarrollada en asociación con **fosetil-AI**, fungicida con un mecanismo de acción diferente y que permite seguir una estrategia de antiresistencia. Esta asociación, a lo largo de los años, ha demostrado un elevado nivel de eficacia en los países donde se encontra ya en fase de comercialización, lo que demuestra la complementaridad de la mezcla.

Desde hace varios años que **fosetil-AI** se encuentra registrado en Europa en el cultivo de la vid y, desde su introducción en el mercado, además de mantener un elevado grado de eficacia contra el mildiu de la vid, no se han observado situaciones de quiebras de eficacia.

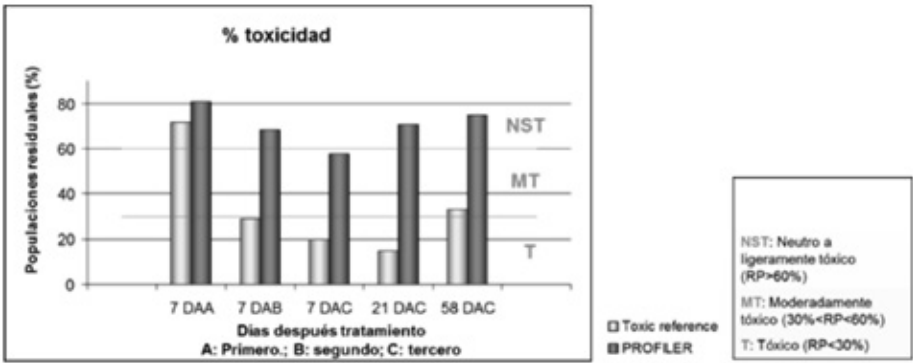
En las condiciones de uso autorizadas **Profiler** esta limitado a 3 aplicaciones por campaña, desde el periodo pre floral hasta el cierre de los racimos. Se recomendaran aplicaciones en alternancia con otros fungicidas con distinto modo de acción, siguiendo una estrategia de antiresistencia.

Paralelamente, y de manera a asegurar que esta estrategia funcione a largo plazo, Bayer CropScience mantendrá sus estudios de monitoreo a la sensibilidad de *Plasmopara viticola*. Estos estudios se realizan con poblaciones recogidas en diferentes países de Europa.

SELECTIVIDAD VARIETAL Y ORGANISMOS BENEFICIOSOS

Profiler ha sido ampliamente ensayado en las principales variedades de vid no solamente de la geografía española pero también de Francia, Italia y Portugal, para nombrar solamente países del Sur de Europa. En todas las situaciones **Profiler** demostró ser totalmente selectivo cuando aplicado a las dosis y número de aplicaciones recomendadas.

Gráfica 5: Actividad de **Profiler** sobre *Typhlodromus pyri* en viña.



Por su importancia en el cultivo de la vid, se presenta una grafica relativa a un estudio realizado sobre *Typhlodromus pyri*. Después de 3 aplicaciones, Profiler se reveló como siendo un producto neutro a ligeramente tóxico sobre *T. pyri*.

EFFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LOS VINOS

En Francia y Italia fueron realizados diversos ensayos para evaluar posibles efectos sobre la calidad de los vinos procedentes de uvas tratadas con **Profiler**.

Los resultados de esos estudios demostraron no haber diferencias significativas en el contenido de azúcar, acidez total y pH, ni tampoco en el proceso de vinificación se han observado diferencias entre los factores estudiados.

En resumen, los vinos obtenidos mostraron buenas características cualitativas y organolépticas, sin más diferencias que las debidas a la variedad y a las fechas de recolección. Podemos concluir que **Profiler** no ha influido negativamente en la maduración de la uva ni en los procesos de fermentación ni en las características gustativas del vino

CONCLUSIÓN

Las propiedades biológicas de **Profiler** pueden resumirse como sigue:

- **Eficacia** muy interesante sobre mildiu de la vid (*Plasmopara viticola*) tanto en racimos como en hojas
- **Completa selectividad** en todas las variedades de viña (uva de vino y uva de mesa).
- **Sin resistencia cruzada** con otros fungicidas conocidos. El programa de manejo de aparición de las resistencias se basa en, por un lado, el hecho de tratarse de un co-formulado entre dos materias activas diferentes, la limitación del número de aplicaciones por campaña como se indica en la etiqueta y en la alternancia en programas con productos modo de acción diferentes.
- **Sin efecto** sobre la calidad de los vinos.
- **No prejudicial** para organismos beneficiosos, incluyendo *T. pyri*.

Estas propiedades hacen de **Profiler** un excelente fungicida para el control del mildiu de la vid.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bayer CropScience AG (2005)

Infinito (fluopicolide & propamocarb hydrochloride SC 62.5/625)
OECD Dossier – Annex III. Code UVP: 06373046

Bayer CropScience AG (2005)

Tier 2 Summary of the efficacy Data and Information on the plant Protection Product for **Infinito** (fluopicolide & propamocarb hydrochloride SC 62.5/625)

Dossier according to directive 91/414 EEC. Annex IIIA.

Bayer CropScience AG (2005)

Tier 2 Summary of the efficacy Data and Information on the plant Protection Product for **AE F053616 06 WG71**

Dossier according to directive 91/414 EEC. Annex IIIA.

Bayer CropScience Portugal (2006)

Dossier Biológico: **Infinito** – Fluopicolide 62,5 g/l & propamocarbe 625 g/l, SC. Novo fungicida, de aplicação foliar, para o controlo do míldio da batateira.

Bayer CropScience Portugal (2007)

Dossier biológico: **Profiler** – Fluopicolide 4,4% & fosetil-Al 66,7%, WG. Novo fungicida, de aplicação foliar, para o controlo do míldio da videira.

Carmen Díaz-Andreu (2011)

Volare – Fungicida antimildiu de horticolas y patata. Dossier conforme a: Directiva 91/414/EEC. (Directiva OECD, rev7 2004-12-23). Anexo IIIA1. Sección 7 Punto 6. DocumentoM

E. Bardsley; P. Duvert (2004)

Tier 2 Summary of the efficacy Data for AE B066752 04 SC61 A1
Dossier according to directive 91/414 EEC. Annex IIIA.

P. Duvert (2004)

Efficacy Data on the Plant Protection Product AE F053616 06 WG71 (fluopicolide & fosetyl-Al WG 44.4 g/kg/666.7 g/kg). Tier 2 Summary.

S. Tafforeau; E. Bardsley; M.P. Latorse; C. Fabrèges; A. Schirring; T. Wegmann (2005)

Infinito: Profile of a novel potato blight fungicide. Summary of 3 years of development in Europe.

DuPont™ Coragen®, UN INSECTICIDA INNOVADOR PARA EL CONTROL DE ORUGAS EN ALGODÓN

Elena Astor

Departamento de Márketing, DuPont Protección de Cultivos

RESUMEN

Rynaxypyr® (clorantraniliprol, DPX-E2Y45), ingrediente activo de Coragen®, es un innovador insecticida descubierto por DuPont. Actualmente es el único representante de una nueva familia química, las diamidas antranílicas que puede ser utilizado en cultivos al aire libre. Aporta un nuevo mecanismo de acción en los insectos objetivo (agonista de los receptores selectivos de rianodina (RyRs)). Tras la ingestión, Rynaxypyr® activa la liberación y el agotamiento de las reservas internas de calcio en los músculos. El insecto cesa rápidamente de alimentarse, queda paralizado y finalmente muere.

Rynaxypyr® actúa fundamentalmente por ingestión y, en menor medida, por contacto, mostrando una buena actividad ovicida, ovo-larvicida y larvicida sobre la casi totalidad de lepidópteros económicamente relevantes.

El desarrollo de este insecticida en Europa está principalmente orientado a aplicaciones foliares en frutales (de pepita y de hueso), cultivos hortícolas (de fruto y de hoja), vid (vinificación y uva de mesa), patata y maíz. No obstante tanto en España como en Grecia, debido a la relevancia del cultivo del algodón, DuPont ha puesto a punto el producto para su utilización en el control de *Helicoverpa armigera* y de *Earias*, siendo la primera, la plaga que mayor preocupación causa entre los productores andaluces

DuPont comercializa actualmente en España dos insecticidas a base de Rynaxypyr®. DuPont™ Coragen®, autorizado en frutales de pepita y de hueso, vid de vinificación, cítricos, patatas y tomate de industria y DuPont™ Altacor® registrado en diversos cultivos hortícolas, tanto protegidos como al aire libre. De ambos formulados se espera la obtención en breve de la ampliación de etiqueta a un amplio rango de cultivos entre los que conviene destacar el cultivo de algodón con Coragen®.

La consistencia y robustez de su eficacia, el amplio espectro de actividad sobre las diversas especies de lepidópteros y el excelente nivel de selectividad para los cultivos son algunos de los atributos más relevantes de Coragen®, que aseguran una óptima protección de las cosechas. Su

nuevo modo de acción y su respeto hacia los artrópodos beneficiosos y polinizadores lo hacen perfectamente compatible con los programas de control integrado de plagas (IPM) y las estrategias de prevención y manejo de resistencias. Su favorable perfil toxicológico y ecotoxicológico, en combinación con sus bajas dosis de uso, hacen de Coragen® un insecticida que responde perfectamente a las necesidades y requisitos de los agricultores, de los consumidores y del medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

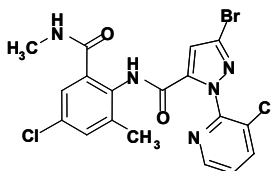
Rynaxypyr® está siendo desarrollado a nivel mundial a dosis de 10-110 g. de s.a./ha en un amplio rango de cultivos para el control eficaz de insectos pertenecientes fundamentalmente al orden *Lepidoptera*, si bien, en su espectro de actividad se incluyen igualmente algunas otras especies pertenecientes a los órdenes *Coleoptera*, *Diptera* e *Isoptera*.

Rynaxypyr® está dotado de un nuevo mecanismo de acción (grupo 28, IRAC), un alto nivel de actividad biológica (incluso sobre especies difíciles, como *Tuta absoluta* y *Cydia pomonella*), una toxicidad muy baja para mamíferos y una muy buena selectividad para los artrópodos beneficiosos. Este artículo describe los principales atributos y características de Rynaxypyr®, así como los resultados obtenidos con Coragen® en el cultivo de algodón

Propiedades físico-químicas

Nombre común (ISO):	clorantraniliprol
Familia química:	diamidas antranílicas
Código:	DPX-E2Y45
Nombre químico (CAS):	3-bromo-N-[4-cloro-2-metil-6-[(metilamino) carbonil]fenil]-1-(3-cloro-2-piridinil)-1H-pirazol-5-carboxamida

Fórmula molecular: $C_{18}H_{14}BrCl_2N_5O_2$
Fórmula estructural:



Peso molecular:	483.15 g/mol
Estado físico (m.a. pura):	Polvo cristalino fino

Punto de fusión (m.a. pura):	208-210°C (m.a. pura); (200-202°C (técnico)
Presión de vapor (20° C):	$6.3 \cdot 10^{-12}$ Pa
Coeficiente de partición octanol/agua (Log P _{ow}) (20° C):	2.86 (pH 7)
Constante de disociación (pK _a) (20° C):	10.88
Densidad relativa (20°C)	1,51 g/ml
Solubilidad en agua (20° C):	1.0 mg/l

Perfil toxicológico y ecotoxicológico

Toxicidad para mamíferos

Rynaxypyr® ha mostrado una toxicidad muy baja para mamíferos en todos los estudios de toxicidad aguda, subcrónica y crónica realizados, lo que permite el establecimiento de plazos de seguridad cortos y posibilita una rápida reentrada en el cultivo tratado. La base de esta singular selectividad es la diferencia estructural que existe entre los receptores de rianodina (RyRs) de los insectos y de los mamíferos. Rynaxypyr® presenta una gran eficacia a la hora de activar los receptores en los insectos, que resultan ser del orden de 400-3000 veces más sensibles que en el caso de los mamíferos.

Valores de toxicidad de Rynaxypyr®

Oral aguda DL ₅₀ (rata):	>5000 mg/kg
Dermal aguda DL ₅₀ (rata):	>5000 mg/kg
Inhalación CL ₅₀ (4h) (rata):	>5.1 mg/l
Irritación dermal (conejo):	No irritante
Sensibilización dermal (ratón) :	No sensibilizante
Mutagenicidad (test de Ames):	Negativo

Perfil ecotoxicológico

Rynaxypyr® posee un bajo impacto sobre organismos no objetivo, como aves, peces, mamíferos, lombrices de tierra, microorganismos, algas y otras plantas, así como sobre la mayoría de artrópodos beneficiosos.

Aves

Colín de Virginia DL ₅₀ :	>2250 mg/kg
Colín de Virginia CL ₅₀ :	>5620 ppm en dieta [>1729 mg/kg pc.]
Ánade real CL ₅₀ :	>5620 ppm en dieta [>2431 mg/kg pc.]

Organismo acuático

Trucha arco iris CL ₅₀ :	>13.8 mg/l (límite de solubilidad)
Pez sol CL ₅₀ :	>15.7 mg/l (límite de solubilidad)
Invertebrados (<i>Daphnia magna</i>) CE ₅₀ :	0.0116 mg/l
Algas (<i>Selenastrum capricornutum</i>) EC ₅₀ :	>2 mg/l (límite de solubilidad)
Planta acuática (<i>Lemna gibba</i>) CE ₅₀ :	>2 mg/l (límite de solubilidad)

Organismo beneficiosos

Lombriz de tierra Aguda CL ₅₀ :	>1000 mg/kg tierra
Lombriz de tierra Reproducción NOEC:	> 350 mg/kg tierra
Abejas (<i>Apis mellifera</i>)	
Aguda oral DL ₅₀ :	>104 µg/abeja
Aguda contacto DL ₅₀ :	>4 µg/abeja (límite de solubilidad)
Parasitoides (<i>Aphidius rhopalosiphii</i>) RL ₅₀ :	>750 g/ha
Ácaros depredadores (<i>Typhlodromus pyri</i>) RL ₅₀ :	>750 g/ha

Organismos beneficiosos

Los resultados de múltiples ensayos de laboratorio y de campo confirman que Rynaxypyr® es un insecticida respetuoso con los principales parasitoides, depredadores y polinizadores (Figura 1) y con otros organismos no objetivo, tales como lombrices de tierra y abejas, a las dosis de uso en campo. Su excelente selectividad para la fauna útil, unido a su alta eficacia en el control de plagas y a su favorable perfil medioambiental, posicionan a Rynaxypyr® como una valiosa herramienta totalmente compatible con las estrategias o programas de control integrado de plagas (IPM).

El efecto de Rynaxypyr® sobre polinizadores ha sido estudiado extensivamente en estudios de laboratorio y de semicampo demostrando una baja toxicidad intrínseca en condiciones de campo. El perfil respetuoso con la fauna auxiliar ha sido confirmado a través de ensayos de laboratorio y de campo sobre diversos parasitoides y depredadores claves pertenecientes a los órdenes *Himenoptera* (*Braconidae*, *Aphidiidae*, *Trichogrammatidae*, *Aphelinidae*), *Coleoptera* (*Coccinellidae*), *Neuroptera* (*Chrysopidae*), *Heteroptera* (*Anthocoridae*, *Nabidae*, *Lygaeidae*), *Diptera* (*Syrphidae*) y *Acari* (*Phytoseiidae*). La gran cantidad de datos generados, tanto en los estudios regulatorios sobre especies indicadoras como a través de los numerosos ensayos de campo realizados, demuestran que Rynaxypyr® no afecta negativamente a la dinámica de las poblaciones naturales bajo condiciones prácticas de campo.

Figura 1. Perfil de Rynaxypyr® frente a la fauna auxiliar

DEPREDADORES		PARASITOIDES	
ESPECIES	RESULTADO	ESPECIES	RESULTADO
<i>Chrysoperla carnea</i>	●	<i>Trichogramma pretiosum</i>	●
<i>Mallada signatus</i>	●	<i>Trichogramma chilonis</i>	●
<i>Hippodamia convergens</i>	●	<i>Trichogramma dendrolimi</i>	●
<i>Hippodamia variegata</i>	●	<i>Trichogramma achaeae</i>	●
<i>Harmonia axyridis</i>	●	<i>Aphidius rhopalosiphi</i>	●
<i>Nabis kinbergii</i>	●	<i>Bracon hebetor</i>	●
<i>Orius insidiosus</i>	●	<i>Dolichogenidea tasmanica</i>	●
<i>Orius laevigatus</i>	●	<i>Agéniaspis citricola</i>	●
<i>Daraecoris brevis</i>	●	<i>Aphelinus mali</i>	●
<i>Anthocoris nemoralis</i>	●	<i>Eretmocerus eremicus</i>	●
<i>Geocoris punctipes</i>	●	<i>Diadegma semiclausum</i>	●
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	●		
<i>Amblyseius herbicolus</i>	●	POLINIZADORES	
<i>Amblyseius andersoni</i>	●	ESPECIES	RESULTADO
<i>Amblyseius swirskii</i>	●	<i>Apis mellifera</i>	●
<i>Kampimodromus aberrans</i>	●	<i>Bombus terrestris</i>	●
<i>Euseius citrifolius</i>	●	<i>Bombus impatiens</i>	●
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	●		
<i>Hypoaspis aculeifer</i>	●		
<i>Typhlodromus occidentalis</i>	●		
<i>Typhlodromus pyri</i>	●		

● No impacto esperado, (0-30% mortalidad). Evaluación de acuerdo a OILB/ WPRS Working Group, Hassan et al. 1988.

Perfil medioambiental

La tasa de degradación de Rynaxypyr® en el medio ambiente varía dependiendo de las condiciones del suelo y del agua (entre 2 y 12 meses). La principal vía de degradación es química, dando lugar a productos inactivos sin capacidad de lixiviación. La vida media del producto es menor en presencia de una cubierta vegetal. Las altas temperaturas, los pH alcalinos y la luz ultravioleta favorecen la degradación de la materia activa. Rynaxypyr® es retenido por los coloides del suelo y gracias a su baja solubilidad y al hecho de ser un producto no volátil, presenta un bajo potencial de lixiviación hacia aguas superficiales o freáticas.

PROPIEDADES BIOLÓGICAS

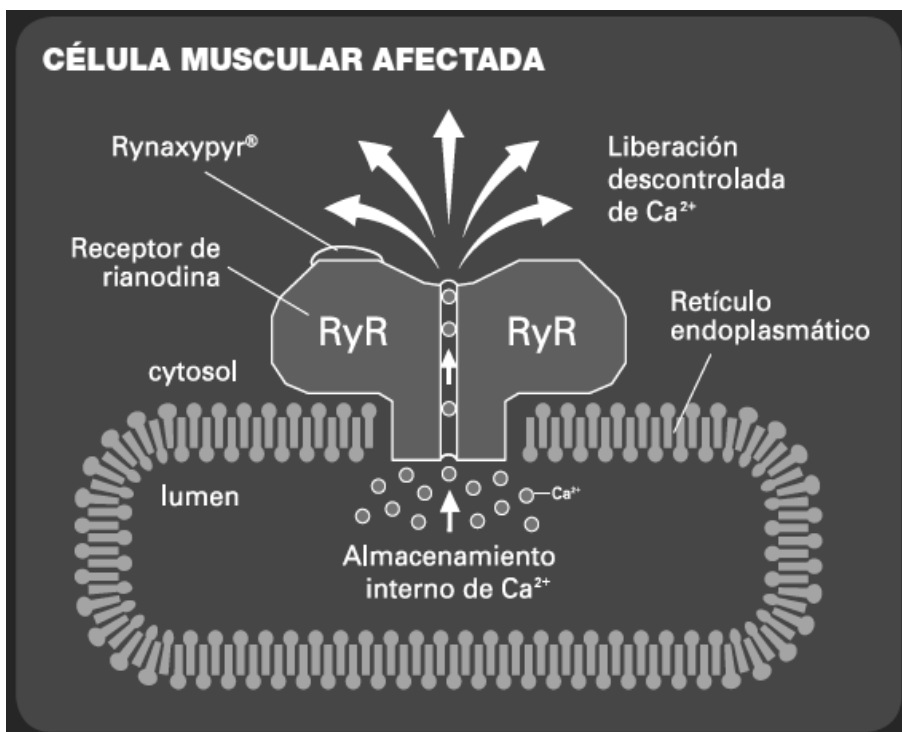
Modo de acción bioquímico

Rynaxypyr® posee un nuevo modo de acción que es diferente al de cualquier otro insecticida comercializado actualmente en Europa. La ruta primaria de entrada en los insectos objetivos tiene lugar mediante la

ingestión de la materia activa, siendo la vía secundaria la absorción a través de la cutícula. La actividad biológica de Rynaxypyr® está basada en la capacidad de activación de los receptores de rianodina (RyRs) de los insectos (Cordova *et al*, 2006). Estos receptores ejercen un papel crítico en la función muscular. La contracción de las células musculares requiere una liberación regulada de calcio desde las reservas internas hacia el citoplasma celular. Los receptores de rianodina actúan a modo de canales de iones modulando la liberación de calcio (ver Figura 2). Rynaxypyr® se fija a dichos receptores, provocando una liberación descontrolada de calcio y el consiguiente agotamiento de las reservas de las células musculares, lo que provoca una regulación anormal del músculo e impide la contracción muscular.

Por ello, los insectos tratados con Rynaxypyr® quedan paralizados de forma rápida. Asimismo se inhibe de forma rápida su capacidad para alimentarse. Las larvas tratadas muestran síntomas iniciales de letargo, regurgitación y descoordinación que, a menudo, ocasionan la caída de las larvas al suelo. La muerte del insecto tiene lugar entre las 24-72 horas siguientes a la ingestión/absorción.

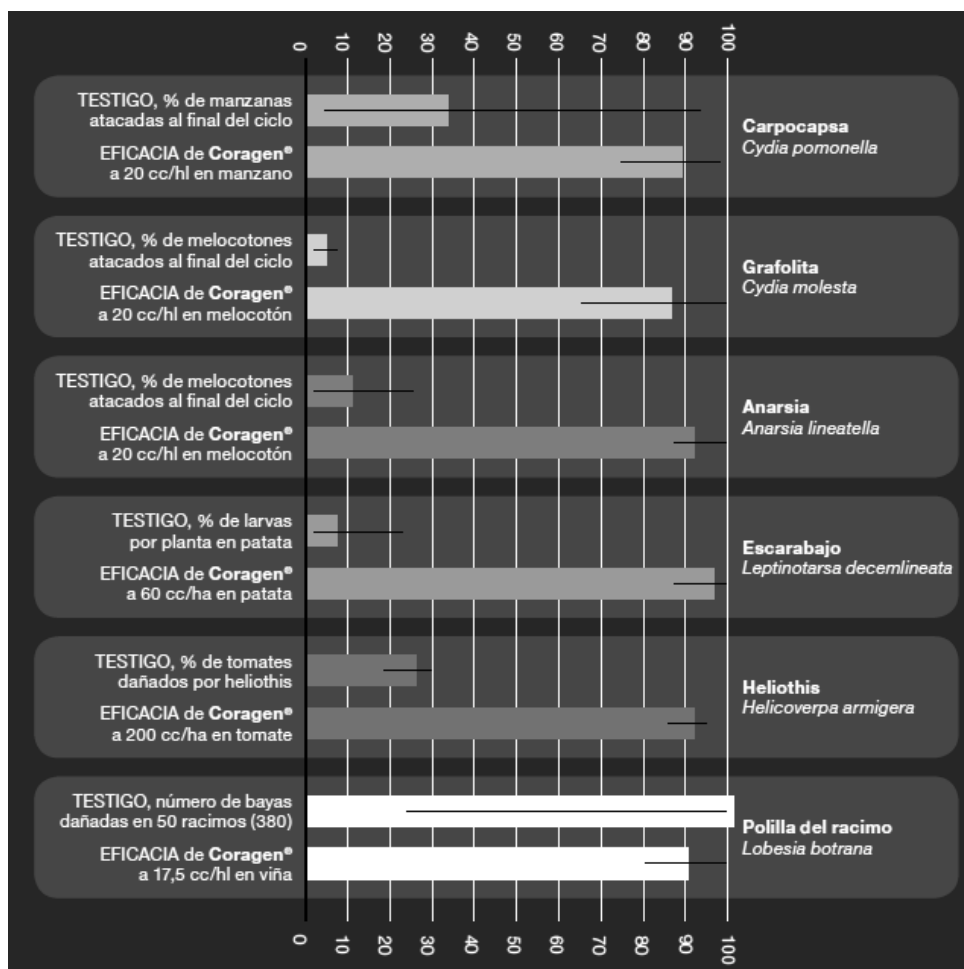
Figura 2. Representación esquemática del modo de acción de Rynaxypyr®



RESULTADOS DE EFICACIA

El alto nivel de eficacia de Coragen® ha sido confirmado a través de numerosos ensayos llevados a cabo bajo diferentes condiciones de campo, en diversos cultivos y en varios países europeos. En la figura 3 podemos apreciar la consistencia los resultados obtenidos en España sobre diversas plagas y cultivos donde se confirma el alto nivel de eficacia de Coragen®

Figura 3. Resultados de eficacia de Coragen® sobre diversas plagas y cultivos (resumen de 43 ensayos realizados en España)

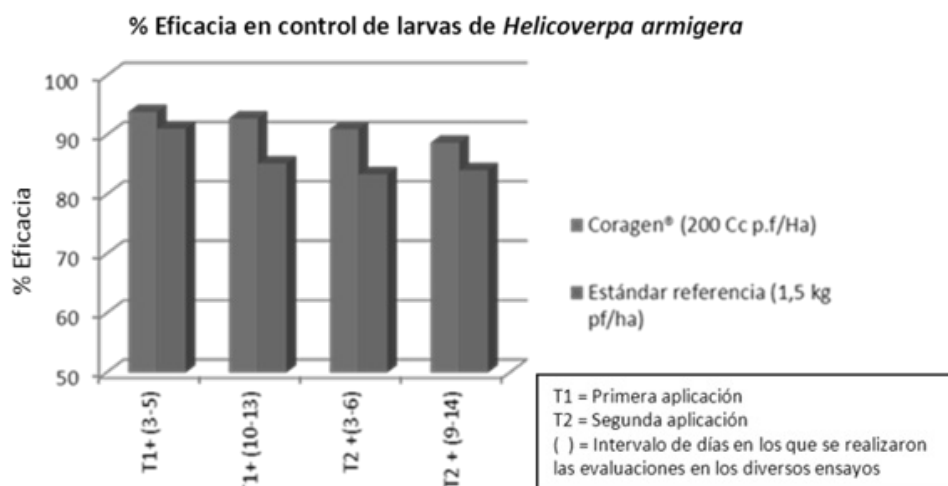


Coragen®, una alternativa eficaz para la protección del cultivo de algodón:

Las experiencias realizadas por DuPont demuestran que Coragen® es una solución robusta para el control de diversas especies de lepidópteros no endocárpicos presentes en el cultivo de algodón, por lo que se ha solicitado su autorización para el control de *Helicoverpa armigera*, *Earia insulana*, *Spodoptera exigua* y *Spodoptera littoralis*.

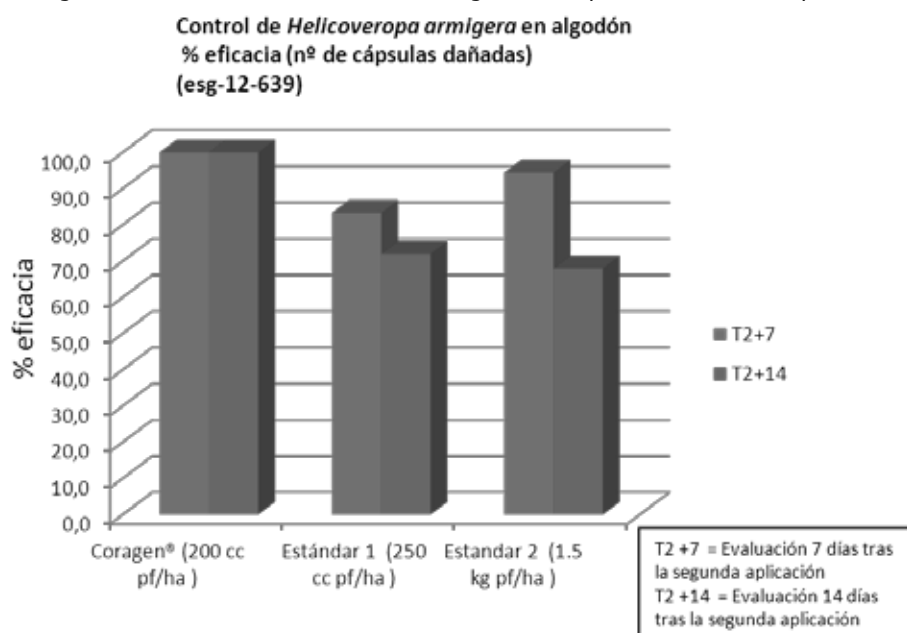
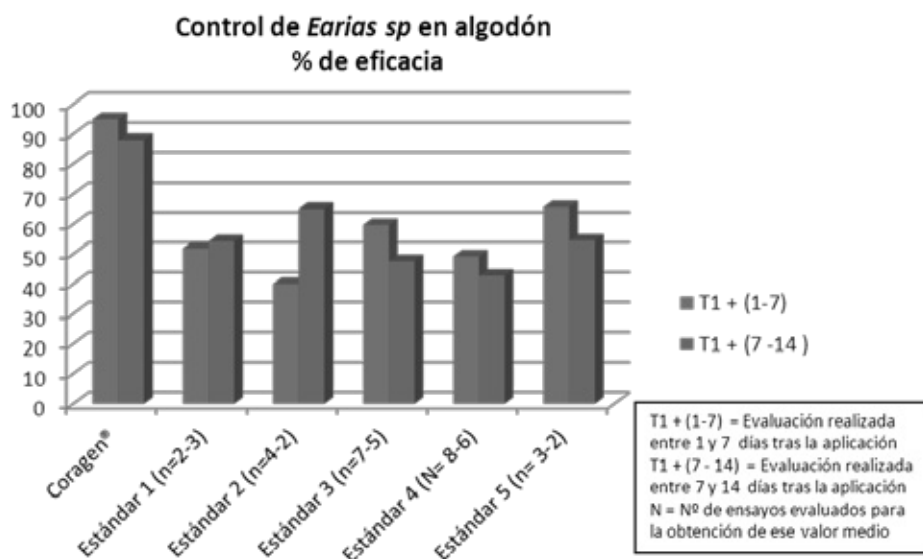
Analizando los datos obtenidos sobre 5 ensayos realizados hasta el año 2011, se aprecia como de forma consistente a lo largo de los mismos y a lo largo del tiempo, la eficacia de Coragen® para el control de larvas de *Helicoverpa armigera* se mantiene por encima de la del insecticida estándar de referencia.

Figura 4. Resultados de eficacia de Coragen® sobre *Helicoverpa armigera* en algodón



Hay que tener en cuenta que no sólo es importante el control que se obtiene sobre la plaga sino cómo se obtiene, o lo que es lo mismo, como Coragen® es capaz de proteger al cultivo. Esto es lo que se demuestra en la gráfica siguiente, en un ensayo realizado durante la campaña 2012 donde la eficacia se valora en función de las cápsulas que han llegado a ser dañadas.

Figura 5. Resultados de eficacia de Coragen® en la protección de las cápsulas

Figura 6. Resultados de eficacia de Coragen® en el control de *Earias sp.*

Hay otras especies de lepidópteros presentes en los campos de algodón, que aun siendo menos relevantes pueden requerir de una

intervención específica. Para estos casos, como pueda ser la presencia de *Earias*, el uso de Coragen® resulta muy conveniente gracias a su alto nivel de eficacia sobre un amplio espectro de especies de orugas, que facilita el poder intervenir con un producto específico, en lugar de tener que recurrir a insecticidas de amplio espectro.

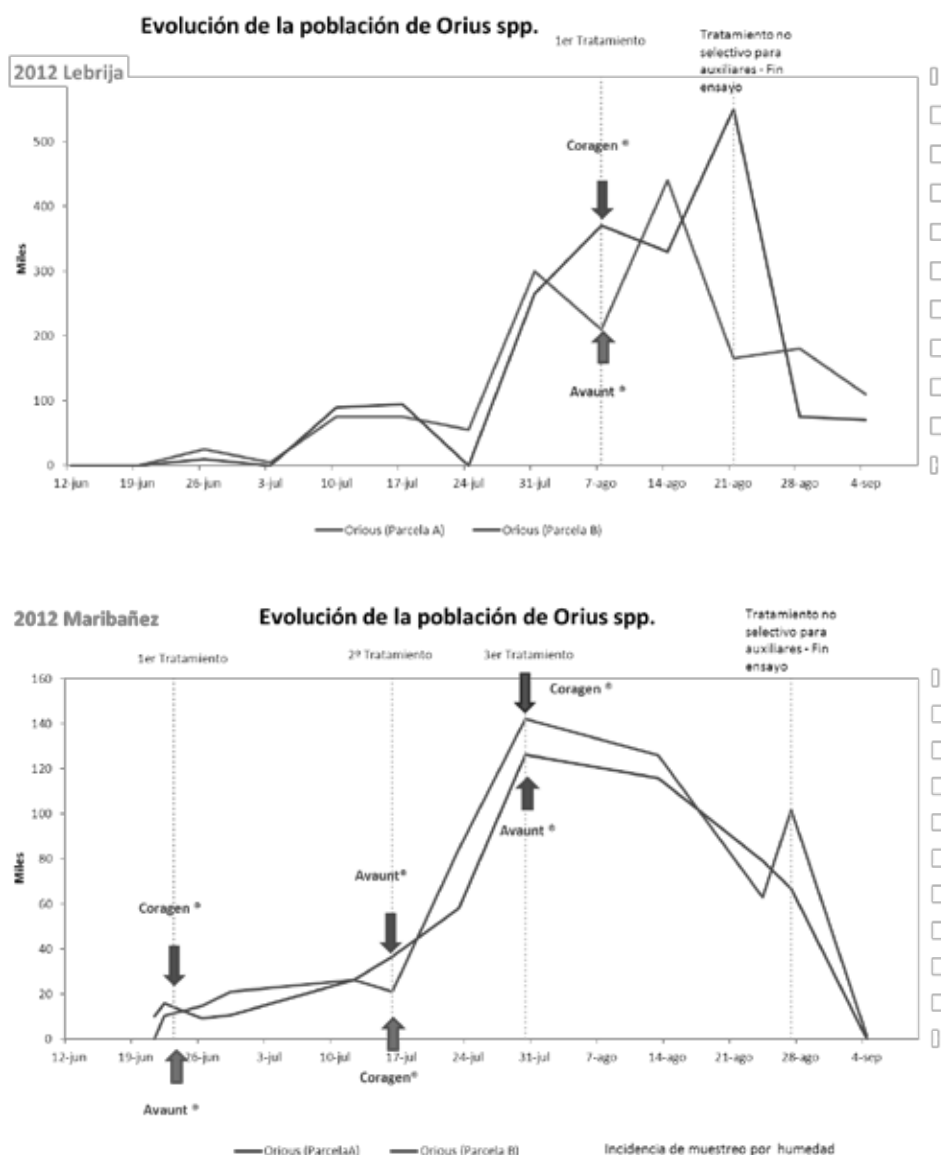
Para obtener los mejores resultados de eficacia se recomienda aplicar Coragen® desde la ovoposición hasta la aparición de las primeras larvas (ej. – huevo en estado de cabeza negra en el caso de *Helicoverpa armigera*).

Para un correcto uso del producto recomendamos seguir tanto las curvas de vuelo de los adultos como la realización de prospecciones de campo que nos determinen el umbral de intervención en función de la presencia de huevos en la parcela, su estado evolutivo así como la cantidad de auxiliares presentes en la misma que permitan ajustar el umbral de actuación.

La dosis de aplicación de Coragen® es de 200 cc de producto formulado por hectárea pudiendo repetir la aplicación a los 10-14 días en caso de que se den vuelos / generaciones muy prolongados. Para favorecer la prevención de resistencias, se recomienda limitar el uso de Coragen® a 2 tratamientos por campaña, así como evitar tratar dos generaciones consecutivas, para lo cual se recomienda la utilización de Coragen® en alternancia con otros productos autorizados y eficaces para el control de estas plagas y pertenecientes a grupos químicos diferentes, como DuPont™ Avaunt®.

Como se indicó anteriormente, para determinar el momento de aplicación del producto, es importante hacer un seguimiento adecuado de la evolución de la plaga, y las prospecciones en campo nos darán la información más fiable sobre cuando se debe actuar. En estas prospecciones es igualmente importante determinar la presencia de insectos auxiliares en la parcela que, por un lado, ayudarán a ajustar el umbral de intervención y, por otro lado, justificarán la importancia de utilizar productos respetuosos con dichos organismos. Coragen® por su perfil de bajo impacto frente artrópodos beneficiosos, es una elección que ayudará a preservar la fauna útil en el cultivo de algodón. Durante las dos últimas campañas DuPont ha realizado el seguimiento de la evolución de la población de *Orius laevigatus* tras las intervenciones con Coragen® en colaboración con entidades locales. Conviene remarcar que se han obtenido unos excelentes resultados, que permiten al agricultor aprovechar la eficacia de Coragen® en el control de *Helicoverpa armigera* en el momento puntual en el que los umbrales de intervención así lo requieran, con un mantenimiento en el tiempo y sobre otras especies plaga, gracias a la conservación de las poblaciones de *Orius* o de otros insectos útiles.

Figura 7. Seguimiento de la evolución de la población de *Orius* tras el tratamiento con Avaunt® y Coragen® en parcelas demostrativas en el año 2012, hasta la realización de un tratamiento con productos agresivos para el control de *Creontiades*



En las dos parcelas objeto de estudio, podemos observar, tal y como se muestras en la figura 17, que la evolución de la población de *Orius*

sigue un comportamiento de desarrollo habitual, no viéndose afectada por las actuaciones con Coragen®

CONCLUSIONES

DuPont Coragen® es un novedoso insecticida desarrollado por DuPont que controla eficazmente diversas especies de lepidópteros en el cultivo de algodón. Pertenecer a una nueva familia química (diamidas antranílicas) y ofrece un nuevo modo de acción que lo convierte en una valiosa herramienta para ser integrada dentro de los programas de prevención y manejo de resistencias. Gracias a su favorable perfil toxicológico y ecotoxicológico, posee un bajo impacto para mamíferos y para el medio ambiente, cuando se usa de acuerdo a las Buenas Prácticas Agrícolas y siguiendo las instrucciones de la etiqueta. Su excelente nivel de selectividad con respecto a los artrópodos beneficiosos hacen de Coragen® un insecticida perfectamente compatible con los programas de control integrado de plagas. Las bajas dosis de uso, el buen nivel de selectividad para los cultivos, el alto nivel de eficacia, y los cortos plazos de seguridad convierten a este nuevo insecticida en una elección muy adecuada que responde a los requisitos más exigentes, y que está en línea con las necesidades de los agricultores, los consumidores y el medio ambiente.

El uso de Coragen® en algodón se encuentra actualmente en fase de evaluación en el Ministerio de Agricultura. Para información adicional sobre la situación de registro de Coragen®, consulte a la red comercial de DuPont, a las administraciones o a los técnicos asesores.

Figura 8: *Helicoverpa armígera* en algodón



BIBLIOGRAFÍA

Rynaxypyr®: un insecticida innovador perteneciente a una nueva familia química, diamidas antranilicas ha sido adaptado del artículo Bassi A., Alber R., Wiles J.A., Rison J.L.

Frost N.M., Marmor F.W., Marcon P.C., 2007. Chlorantraniliprole: a novel anthranilic diamide insecticide. Proceedings of XVI International Plant Protection Congress 2007, Vol.1: 52-59.

Cordova D; Benner EA; Sacher MD; Rauh JJ; Sopa JS; Lahm GP; Selby TP; Stevenson TM; Flexner L; Gutteridge S; Rhoades DF; Wu L; Smith RM; Tao Y; 2006. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. Pesticide Biochemistry and Physiology, 84, 196-214

Boletín Técnico de Rynaxypyr®. Material de comunicación Du Pont Ibérica S.L. 2009-2012.

Agradecimientos:

DuPont quiere agradecer expresamente las colaboraciones locales con el Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de la Junta de Andalucía, así como con las Cooperativas de las Marismas y de Maribañez en los ensayos demostrativos realizados durante las campañas 2011 y 2012 y cuyos resultados relativos a la evolución de población de fauna auxiliar quedan recogidos en este artículo



AGRICULTURA



CONGRESOS Y JORNADAS



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE

