

Europa
invierte en las zonas rurales



14 SYMPOSIUM ANIDAD VEGETAL

Hacia el cambio

25, 26 y 27 de Enero
Sevilla, 2017



14º SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL

Sevilla, 25, 26 y 27 de enero de 2017

SEVILLA, 2017



Symposium Nacional de Sanidad Vegetal (14º, 2017. Sevilla)

14º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal: Sevilla 25, 26 y 27 de enero de 2017. Sevilla
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2017
280 p.: Il., tab., gráf. ; 24 cm. -- (Agricultura. Congresos y jornadas)

D.L. SE 2166-2016

Agricultura. - Sanidad vegetal. - Congresos y asambleas. - Innovación

Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural

Congresos y jornadas (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural) Sanidad vegetal

632.9 (042)

© **Edita:** JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural

Publica: Secretaría General Técnica
Servicio de Publicaciones y Divulgación

Producción editorial: Gandulfo Impresores, S.L.

Serie: Agricultura. Congresos y Jornadas

Depósito Legal: SE 2166-2016

**14º SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL
COMITÉ DE HONOR**

PRESIDENCIA DE HONOR:

Isabel Garcia Tejerina

Ministra de Agricultura y Pesca, Alimentacion y Medio Ambiente

MIEMBROS DE HONOR:

Carmen Ortiz Rivas

Consejera de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural
Junta de Andalucía

Juan Espadas Cejas

Alcalde de Sevilla

Carlos Cabanas Godino

Secretaría General de Agricultura y Alimentacion
Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente

Rafael Peral Sorroche

Secretario General de Agricultura y Alimentacion
Consejeria de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
Junta De Andalucia

Valentin Almansa de Lara

D.G. Sanidad de la Produccion Agraria
Ministerio De Agricultura, Alimentacion Y Medio Ambiente

Rafael Olvera Porcel

Director General de la Produccion Agricola y Ganadera
Consejeria Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural

Jose M^a Cobos Suarez

Subdirector Gral. de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal
Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente

Segundo Benitez Fernandez

Delegado Territorial De Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural en Sevilla
Consejeria Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Delegacion Provincial

Javier Loren Zaragoza

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

Antonio Vergel Roman

Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros Tecnicos Agrícolas de España

Jose Luis Garcia Palacios

Presidente de la Fundacion Caja Rural Del Sur

Adonay Obando-Vindas

Presidente de AEPLA

Pere Domingo Garcia- Mila

Presidete de Sigfito Agroenvases, S.L.

José Segura Moreno

Presidente de Opracol Sevilla

**14° SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL
ORGANIZADORES**

Presidenta

M^a CRUZ LEDRO DEL AGUILA

Ingeniero Técnico Agrícola

Coordinador General

CARLOS LEÓN GARRIDO

Ingeniero Técnico Agrícola

COMITÉ TÉCNICO

Ricardo Alarcón Roldán

Ingeniero Agrónomo

Carlos Ávila Hernández

Ingeniero Agrónomo

Jesús Rossi Escalona

Ingeniero Técnico Agrícola

Juan De Benito Dorrego

Ingeniero Técnico Agrícola

SECRETARÍA TÉCNICA

Mariola Cía López de Lemus

Mercedes Domínguez Respaldo

Sandra Jordán Piñar

Ana Luque Fernández

COMITÉ ORGANIZADOR

Mónica Muñoz García

Ingeniero Agrónomo

Fernando García Prieto

Ingeniero Técnico Agrícola

Alejandro Rodríguez Barea

Ingeniero Técnico Agrícola

Antonio Vergel Román

Ingeniero Técnico Agrícola

Manuela Aguilera

Ingeniero Técnico Agrícola

Julio Volante

Ingeniero Técnico Agrícola

ÍNDICE

PONENCIAS MAGISTRALES:

1. VISIÓN DE AGRICULTORES EUROPEOS SOBRE LA SANIDAD VEGETAL
César González de Miguel..... 15
2. ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LAS POLÍTICAS COMUNITARIAS
Emilio Rodríguez Cerezo..... 33
3. BIOECONOMÍA Y SANIDAD VEGETAL
Judit Anda Ugarte 35
4. XYLELLA FASTIDIOSA: IMPACTO Y SITUACIÓN ACTUAL EN LA UNIÓN EURO-
PEA
María Milagros López
Ester Marco-Noales
Javier Peñalver
María Teresa Gorris
Clara Morente
Adela Monterde 49
5. MAYETIOLA DESTRUCTOR. ESTRATEGIAS DE CONTROL
Alejandro Castilla Bonete
Manuel A. Delgado Casas
Enrique Canseco Merino 63
6. FITOPATOLOGIA FRUTOS ROJOS Y PROBLEMAS ASOCIADOS AL MOVIMIENTO
DE MATERIAL VEGETAL.
Pablo Alvarado Aldea 71
7. LA PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS TRAS LA APA-
RICIÓN DEL TOMATO LEAF CURL NEW DELHI VIRUS.
Dirk Janssen..... 79
8. PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA EN LAS NUEVAS PLANTACIONES DE ALMEN-
DRO
José Manuel Durán Álvaro
Juana Isabel Páez Sánchez
Antonio Manuel Sánchez Megías..... 97
9. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA SANIDAD
VEGETAL."TELEDETECCIÓN"
Sergio Rodríguez González
Diego Merino Andres 115

10. MODELIZACIÓN DE ENFERMEDADES DEL OLIVAR: HERRAMIENTA DE TOMA DE DECISIONES "REPILOS"	
Romero, J.	
Roca, L.F.	
Moral, J	
Rossi, V	
Trapero, A.....	131
11. NUEVAS ESTRATEGIAS DE LUCHA Y CONTROL DE ENFERMEDADES, PLAGAS Y MALAS HIERBAS	
Paloma Melgarejo.....	153
12. SANIDAD VEGETAL Y LA EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS.	
Miguel Vela Bermúdez	167
13. REGLAMENTO 1107/2009. DISPONIBILIDAD DE SUSTANCIAS ACTIVAS	
José Luís Alonso Prados	185

PONENCIAS COMERCIALES:

14. SILWET®-L-77: ÚLTIMA GENERACIÓN EN SUPERMOJANTES	
Rafael Pérez Sánchez.....	197
15. "DELEGATE®. NUEVO ACTIVO CONTRA PRAYS EN OLIVO"	
Insa, J.A.	
Torne, M.	
Romero, M.	201
16. IMIDAN: UNA HERRAMIENTA IMPRESCINDIBLE PARA EL AGRICULTOR.	
Manuel Martín-Andrés.....	211
17. AVIATOR® XPRO NUEVO FUNGICIDA DE BAYER PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN LOS CEREALES".	
Samuel Gil Arcones	223
18. EL COBRE: MATERIA ACTIVA BÁSICA EN EL CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DEL OLIVO	
Roca, L.F.	
Viruega, J.R.	
Ávila, A.;	
Moral, J.	
Marchal, F.	
Romero, J.	
Agustí, C.	
Trapero, A.	233

19. "RELEVANT: CARBOXILATOS NATURALES DE OLEA EUROPAEA L. PARA EL CONTROL DE HEMÍPTEROS, TETRANÍQUIDOS Y TRIPS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS."	
M. Ruiz García	
C. Gil Lozano	
J. Prades i Latorre	
Guido Maffioli	241
20. FLUDIOXONIL, INNOVACIÓN EN LA PROTECCIÓN CONTRA LAS ENFERMEDADES DE CONSERVACIÓN EN FRUTALES DE PEPITA.	
Maria do Carmo Pereira.....	257
21. RECOMENDACIONES BASF PARA LA ROTACIÓN DE CULTIVOS Y SUS BENEFICIOS EN LA PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS DE LOS HERBICIDAS	
Dra. Silvia Martínez Barrachina	265
22. T34 BIOCONTROL ®: NUEVO BIOFUNGICIDA PARA SANIDAD VEGETAL	
Dra. M ^a Isabel Trillas	269

PONENCIAS MAGISTRALES

VISIÓN DE AGRICULTORES EUROPEOS SOBRE LA SANIDAD VEGETAL

César González de Miguel
Copa y Cogeca
Asesor de política fitosanitaria

copa * cogeca

european farmers

european agri-cooperatives



COPA Y COGECA

El Tratado de Roma por el que se instituye la Comunidad Económica Europea, firmado el 25 de marzo de 1957, fijó las principales disposiciones marco en las que se basa la Política Agrícola Común (PAC).

Las relaciones entre las autoridades comunitarias y los representantes del sector agrícola no fueron definidas por el Tratado, pero rápidamente, la Comisión Europea (Comisión) manifestó el deseo de mantener una cooperación

estrecha con los representantes de las organizaciones agrarias, invitándolos a participar a título de observadores en la Conferencia de Stresa en 1958.

Los propios agricultores estaban convencidos de la importancia de la Comunidad para su sector, y la primera organización europea representativa, el Copa (Comité de las Organizaciones Profesionales Agrarias), salió a la luz el 6 de septiembre de 1958.

Un año más tarde, el 24 de septiembre de 1959, las cooperativas agrarias de la Comunidad Europea crearon una organización representativa a escala europea, la Cogeca (Confederación General de las Cooperativas Agrarias en la Unión Europea).

La Secretaría general del Copa se estableció en Bruselas el 1 de abril de 1959 y fusionó con la de la Cogeca el 1 de diciembre de 1962.

a. Copa

En el momento de su creación, el Copa integraba 13 organizaciones de los seis Estados miembros que contaba en aquel entonces la UE. Actualmente, el Copa representa a aproximadamente 23 millones de agricultores y sus familias y cuenta con 60 organizaciones miembros de los Estados miembros de la Unión Europea (UE), y 36 organizaciones colaboradoras de otros países europeos como Islandia, Noruega, Suiza y Turquía.

El Copa persigue una serie de objetivos, de los que cabe destacar los siguientes:

- examinar todos los temas relativos a la evolución de la Política Agrícola Común;
- defender los intereses del conjunto del sector agrícola;
- buscar y desarrollar soluciones de interés común y
- mantener y desarrollar contactos con las autoridades comunitarias, con cualquier otra organización representativa y con los interlocutores sociales de nivel comunitario.

b. Cogeca

Cuando se fundó la Cogeca, ésta estaba constituida por 6 miembros. Desde entonces, se ha ampliado varias veces y en la actualidad la integran 35 miembros efectivos y 4 miembros afiliados de la UE; la Cogeca también tiene 36 organizaciones miembros colaboradoras.

La Cogeca, representa en la actualidad los intereses generales y específicos de unas 22.000 cooperativas agrarias y pesqueras. Desde su creación, la Cogeca ha gozado de reconocimiento por parte de las instituciones europeas

como el principal órgano representativo y, de hecho, como portavoz del sector del cooperativismo agrario y pesquero en su conjunto.

Los principales objetivos de la Cogeca son:

- representar los intereses generales y específicos de las cooperativas agrarias, forestales, pesqueras y agroalimentarias europeas y contribuir al desarrollo de las cooperativas en general;
- fomentar el papel de las cooperativas agrarias, forestales, pesqueras y agroalimentarias;
- buscar soluciones a cuestiones importantes de interés común y hacer la promoción de las mismas;
- facilitar y coordinar los contactos entre sus miembros y las oficinas nacionales de sus miembros en Bruselas y prestar servicios para la constitución de una red cooperativa;
- fomentar el debate y los intercambios con otras organizaciones representativas europeas e internacionales;
- realizar estudios jurídicos, económicos, financieros, sociales u otros que sean de interés para las cooperativas agrarias, forestales, pesqueras y agroalimentarias.

c. Secretaría común

La secretaría común (Copa-Cogeca) está basada en Bruselas y representa la voz unida de los agricultores y las cooperativas en la UE.

La misión del Copa-Cogeca es asegurar la viabilidad, la innovación y la competitividad del sector agroalimentario de la UE para que sea capaz de cumplir las crecientes expectativas alimentarias de la población mundial.

El Copa-Cogeca está distribuido en diferentes departamentos que cubren las políticas horizontales y las especificidades de cada sector productivo. De esta manera el departamento de asuntos generales se encarga de las políticas de competitividad de la cadena alimentaria, desarrollo rural, promoción, políticas ambientales, investigación e innovación, asuntos sociales, sanidad y bienestar animal o sanidad vegetal, entre otros. El departamento sectorial cubre 25 sectores productivos cubriendo la práctica totalidad de las producciones agropecuarias.

Cada uno de estos sectores y políticas se divide en grupos de trabajo que cuentan con expertos de las organizaciones miembros de todos los países de la UE, a fin de tener una visión lo más amplia posible de los temas sobre los que se posiciona el Copa-Cogeca.

El grupo de trabajo "Cuestiones fitosanitarias" da seguimiento a todos los desarrollos normativos y parlamentarios en materia de sanidad vegetal y protección de cultivos. Además, intenta trasladar a la opinión pública la importancia de ambas esferas de actuación.

A efectos prácticos, dividimos el trabajo del grupo en dos grandes bloques de trabajo. El primero incluye la sanidad vegetal, esto es, todos los desarrollos a nivel europeo en materia de medidas para proteger un determinado territorio de la introducción de plagas y para evitar la propagación de las ya existentes. El segundo incluye, las medidas de defensa fitosanitaria, esto es, la protección de cultivos.

El control de plagas y enfermedades por parte del agricultor en su parcela tiene como objetivo mantener los niveles de infestación por debajo de determinados umbrales, de forma que la explotación económica del cultivo permita mantener la rentabilidad.

SANIDAD VEGETAL

Desde el año 2000, la sanidad vegetal está regulada a nivel comunitario a través de la Directiva 2000/29/CE¹ relativa a las medidas de protección contra la introducción en la Comunidad de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales y contra su propagación en el interior de la Comunidad.

Más de 13 años de implementación de la Directiva, que únicamente es vinculante en cuanto a su resultado, y no a la forma y medios de alcanzarlo, han desembocado en una aplicación muy dispar en los diferentes territorios de la UE.

Esta disparidad responde a las diferencias de clima y geografía en el territorio de la UE pero también a los diferentes recursos e intereses de los Estados miembros y las diferentes formas de organización de los sectores productivos. Esta situación no es exclusiva de la sanidad vegetal sino que afecta también a la sanidad animal, el material de reproducción o los controles oficiales.

Como muestra de la dispar aplicación de la Directiva, se pueden citar los diferentes tipos de información suministrados por los Estados miembros a la hora de notificar los brotes de organismos nocivos encontrados así como el tiempo transcurrido entre la interceptación de un organismos nocivo y su notificación².

En 2013, con el fin de actualizar y homogeneizar la situación a nivel comunitario, la Comisión decidió publicar un paquete legislativo sobre salud animal y fitosanidad³. El paquete conocido como "una normativa más inteligente para unos alimentos más sanos" tiene por objeto modernizar y simplificar la reglamentación existente, reforzando al mismo tiempo el cumplimiento de las normas sanitarias y de seguridad en toda la cadena agroalimentaria.

1 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:169:0001:0112:ES:PDF>

2 http://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/harmful_organism_outbreaks_en

3 http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-400_es.htm

Las cinco propuestas que se incluían en el paquete son: sanidad animal, sanidad vegetal, materiales de reproducción vegetal, controles oficiales y marco financiero común. El marco financiero común, que regula la gestión de gastos en los controles oficiales fue aprobado en 2014. Sin embargo, durante el proceso de discusión, la propuesta sobre materiales de reproducción vegetal fue rechazada por el Parlamento Europeo. La propuesta de sanidad vegetal no ha sido aprobada hasta 2016 y la propuesta sobre controles oficiales será aprobada, en principio, a inicios de 2017.

El nuevo Reglamento de sanidad vegetal ha sido recientemente aprobado (abril 2016) y entrará plenamente en vigor a partir del 14 de diciembre de 2019. Además, el Reglamento de controles oficiales también está pendiente de su aprobación definitiva (ya existe el compromiso inter-institucional para su aprobación) y su publicación y entrada en vigor se espera en breve (enero 2017).

Además del marco legislativo sobre sanidad vegetal, la UE mantiene un programa de monitoreo y control de plagas y enfermedades. El programa EUROPHYT⁴, que actúa como sistema de notificación y alerta rápida de todas aquellas plagas y enfermedades interceptadas en los Puntos de Inspección Fronteriza (PIF) de la UE en el material vegetal importado a la UE o en tránsito por la UE. Este programa también va a ser actualizado en el futuro cercano para hacerlo más eficiente.

a. El Reglamento de sanidad vegetal (Reglamento 2016/2031)

La propuesta inicial de la Comisión se caracterizaba por una puesta al día y simplificación de la clasificación de plagas (mucho más acorde con los estándares internacionales de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria⁵) así como un enfoque más basado en el riesgo.

En concreto, los cambios propuestos más importantes son:

- mejorar la protección frente a importaciones de terceros países;
- refuerzo de la vigilancia de emergencias y de las obligaciones de erradicación de plagas;
- sistema transparente de pasaportes fitosanitarios;
- mantenimiento más estricto de zonas protegidas;
- incremento de apoyo financiero comunitario a plagas prioritarias

El paso de la Directiva al Reglamento ha supuesto la permanencia del régimen actual de importaciones vegetales. El régimen fitosanitario de UE es único porque es abierto: se permite la entrada y el traslado de vegetales y

4 http://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/europhyt_en

5 <https://www.ippc.int/es/>

productos vegetales en la Unión siempre y cuando se respeten restricciones y requisitos específicos.

Este sistema se caracteriza por permitir la importación de material vegetal procedente de todo el mundo, con la excepción de aquellos materiales y/o países expresamente prohibidos (lista negativa).

Este sistema contrasta con otros sistemas de importación aplicados en otros lugares del mundo como Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos o Japón. Dichos países aplican sistemas más o menos cerrados que tienden a bloquear las importaciones de otras regiones del globo. Estas restricciones no atienden a criterios únicamente sanitarios sino también de carácter comercial.

Pese a mantener el régimen de importaciones, tras la discusión con las instituciones europeas (Parlamento y Consejo), la propuesta de la Comisión fue parcialmente modificada, especialmente en lo que respecta a la inclusión de materiales o países que pueden representar un alto riesgo de introducción de plagas y enfermedades en el territorio de la Unión. De esta manera, la UE seguirá aplicando un régimen abierto a la vez que permitirá un mayor control y vigilancia.

Según las Naciones Unidas y la FAO, el incremento de la demanda alimentaria a nivel mundial, la escasez de los recursos naturales, los efectos del cambio climático, el aumento de la circulación de bienes y personas por todo el mundo, y la emergencia y propagación de nuevas plagas son sólo algunos de los retos clave que debe afrontar la agricultura mundial y europea.

El Copa-Cogeca acogió favorablemente esta propuesta, ya que entendió que la propuesta de la Comisión incluía unos objetivos razonables. Además, la preservación de vegetales sanos en Europa y la consolidación de una agricultura competitiva redundan en beneficio de toda la sociedad.

Los distintos objetivos de la Comisión parecen avanzar en la buena dirección si además de mejorar la eficiencia del sistema se reducen los costes para los operadores. Sin embargo, no queda claro, cómo se van a asegurar la acción rápida en situaciones de emergencia así como las medidas de gestión de crisis. La protección de los vegetales contra las especies exóticas invasoras debería también formar parte del nuevo régimen.

Seguramente la cuestión que más ha dividido a las instituciones y a los propios sectores ha sido la cuestión del sistema abierto de importaciones. Por un lado, la creciente aparición de plagas provenientes de países terceros que se establecen en la UE parece aconsejar un sistema más garantista. Esta posición está fuertemente respaldada por algunos países cuyas características climáticas permiten un mayor desarrollo y propagación de plagas.

Por otro lado, el hecho de que la UE se haya convertido en el mayor bloque importador y exportador de productos agroalimentarios del mundo (según datos

de la Organización Mundial del Comercio)⁶, plantea la necesidad de permitir una mayor circulación de productos agroalimentarios con los países con los que se comercia. Esta posición está fuertemente respaldada por países con fuerte vocación importadora/exportadora y que cuentan con grandes puertos de entrada de mercancías.

En este sentido, la posición del Copa-Cogeca ha sido la de pedir un sistema lo suficientemente robusto y eficaz que permita el control efectivo de las importaciones a la vez que se respetan los intereses comerciales de los distintos Estados miembros.

b. El Reglamento de controles oficiales (pendiente de aprobación)

Las conexiones entre el Reglamento de sanidad vegetal y el de controles oficiales son claras, puesto que este segundo Reglamento es el que establece las bases para los sistemas de control de importaciones en la UE.

Este Reglamento tiene como objetivo prioritario modernizar y simplificar el sistema actual de controles oficiales. Como este Reglamento cubre todos los aspectos de la cadena agroalimentaria, es esencial que sea capaz de garantizar la coherencia entre todos los controles (sanidad animal, sanidad vegetal o fraudes en la cadena, entre otros).

Una de las novedades que se incluyen en este Reglamento es la creación de un sistema integrado de gestión de la información para los controles oficiales. En el caso concreto de la sanidad vegetal, el intercambio de información entre PIF de diferentes Estados miembros y con la Comisiones un aspecto clave a tener en cuenta.

Actualmente, el tiempo medio entre todos los países de la UE para comunicar la detección de un organismo nocivo supera los 10 días y el contenido de la información comunicada varía considerablemente⁷.

Como herramienta, la Comisión ha anunciado que utilizará el programa EURO-PHYT como base para mejorar este flujo de información. Los principales cambios en el sistema serán una notificación casi inmediata a los Estados miembros así como una mayor transparencia hacia las organizaciones del sector.

El Copa-Cogeca acoge favorablemente los esfuerzos de la Comisión para proponer un marco legislativo revisado sobre los controles oficiales. La eficiencia, efectividad e imparcialidad de los controles oficiales revisten gran importancia para los agricultores y sus cooperativas agrarias. Asimismo, apoya plenamente el principio de los controles basados en el riesgo y destaca la necesidad de

6 https://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/its2015_s/its15_merch_trade_product_s.htm

7 https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph_biosec_europhyt-interceptions-2014_summary.pdf

reducir la carga administrativa que suponen la normativa y los controles para los agricultores y sus cooperativas agrarias.

c. El Reglamento de gestión de gastos (Reglamento 652/2014)

Las medidas de erradicación de una plaga de una zona infestada así como las medidas destinadas a evitar el avance de una plaga en una zona tampón son objeto de subvenciones con el fin de animar a una actuación rápida.

En este sentido, los Estados miembros pueden solicitar las ayudas para programas de vigilancia anuales y plurianuales relativos a la presencia de determinadas plagas y enfermedades. Asimismo, existe la posibilidad contemplada en el Reglamento de gestión de gastos de compensar, para aquellos Estados miembros que así lo establezcan, a los propietarios del material vegetal destruido.

El Copa-Cogeca saluda la propuesta de la Comisión sobre la gestión de los gastos relativos a la fitosanidad, que establece una indemnización para los operadores por el valor perdido del material vegetal derivado de la destrucción o la subsiguiente eliminación de los vegetales, los productos vegetales u otros objetos, así como por la limpieza y desinfección de los edificios, las tierras, el agua, el suelo, las instalaciones, la maquinaria y los equipos.

Esta posibilidad de compensación, fuertemente demandada por el sector, no entra en vigor hasta el 1 de enero de 2017. En el caso de estas compensaciones, únicamente las actuaciones de erradicación serán objeto de compensación (no así las medidas de contención).

En principio, el Copa-Cogeca saluda esta posibilidad, si bien una entrada en vigor anterior podría haber significado una mejor coordinación y actuación en el caso de la erradicación de algunas plagas recientes en la UE como *Xylella fastidiosa*. Por experiencia sabemos que el grado de participación de las partes interesadas varía entre los Estados miembros; además, es importante disponer de un marco común que garantice la participación en una fase temprana de los operadores en este tipo de actividades.

d. Un ejemplo reciente: el hallazgo de *Xylella fastidiosa* en Italia

El caso de *Xylella fastidiosa* es un ejemplo reciente de algunas de las inconsistencias detectadas en la normativa sobre sanidad vegetal (incluyendo controles oficiales y campañas de erradicación) así como de los riesgos emergentes que supone la colonización por parte de plagas y enfermedades de nuevos ecosistemas⁸.

8 http://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/legislation/emergency_measures/xylella-fastidiosa_en

En los tres últimos años (2013-2015), se han notificado de media en la UE una media de más de 50 nuevos brotes de plagas. Entre ellos, en 2013 se notificó por primera vez en territorio europeo la presencia de la bacteria *Xylella fastidiosa* que incluida en el Anexo IAI de la Directiva 2000/29/CE⁹.

Esta bacteria está considerada como muy peligrosa debido a los estragos que causa anualmente en las plantaciones de viña en Estados Unidos y las plantaciones de cítricos en Sudamérica y a las dificultades existentes para su erradicación¹⁰. Aparentemente, su importación en Europa se hizo a través de plantas ornamentales de café provenientes de Centroamérica. Una vez en territorio italiano, la bacteria atacó los olivos y se ha extendido por varias provincias del sur de Italia durante los últimos años.

De acuerdo con los datos de la Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas, se tiene constancia de la interceptación de plantas de café contaminadas con *Xylella fastidiosa* desde al menos un año antes de la notificación de su presencia en el territorio europeo¹¹. Sin embargo, los informes anuales presentados por la Comisión a través del programa EUROPHYT no recogen interceptaciones de *Xylella fastidiosa* en los PIF hasta 2014 (un año después de la primera notificación en territorio europeo).

Las condiciones climáticas de la zona (clima mediterráneo típico, con inviernos benignos y húmedos y veranos cálidos) así como una falsa atribución del síndrome de desecamiento rápido del olivo a un hongo propiciaron la propagación de la bacteria.

Asimismo, la lentitud de las autoridades a la hora de notificar la presencia del organismo nocivo y aplicar campañas de control y erradicación supusieron la pérdida definitiva de cualquier posibilidad de actuación temprana y por lo tanto de evitarla expansión de la bacteria.

La falta de productos fitosanitarios para actuar contra la bacteria hace necesario el control del vector, *Philaenus spumarius*, para el que no existen tratamientos específicos (si bien el insecto es muy susceptible a algunos tratamientos químicos).

Adicionalmente, las autoridades locales y algunas organizaciones intentaron frenar la puesta en marcha de las medidas exigidas por la Comisión para luchar contra la enfermedad.

En algunos casos, la falta de compensaciones a los agricultores obligados a destruir su medio de vida, la falta de alternativas viables de cultivo en las

9 Organismos nocivos cuya introducción y propagación deben prohibirse en todos los Estados miembros

10 https://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Xylella_fastidiosa/Xylella_fastidiosa.htm

11 <https://gd.eppo.int/reporting/article-2371>

zonas afectadas y el valor sentimental que los olivos centenarios tienen, resultaron en una fuerte oposición a las medidas de erradicación.

A día de hoy, ante la imposibilidad de erradicar la bacteria en el territorio del sur de Italia, la Comisión ha establecido una zona tampón de vigilancia para confinar en la medida de lo posible la enfermedad¹². Campañas de vigilancia intensivas y control de los vectores parecen la única medida para frenar su avance.

En la actualidad, se han notificado cuatro focos de *Xylella fastidiosa* en territorio europeo: Italia (2013, subespecie *pauca*), Francia (2015, subespecie *multiplex*), Alemania (2016, subespecie *fastidiosa*) y España (2016, subespecie *fastidiosa*).

El hallazgo de nuevos focos de infección de la plaga en la UE hace necesaria su toma en consideración por parte de todos los actores involucrados.

PROTECCIÓN DE CULTIVOS

En 2009 se aprobó en la UE un paquete de medidas legislativas encaminadas a regular la autorización, la puesta en el mercado y el uso de productos fitosanitarios. Este paquete de medidas comprendía, entre otros, los siguientes tres documentos: el Reglamento 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, la Directiva 2009/128/CE relativo al uso sostenible de los plaguicidas y la Directiva 2009/127/CE por la que se modificaba que regula las máquinas para la aplicación de plaguicidas.

La importancia de estos Reglamentos estriba en que constituyen la última herramienta para evitar la propagación de plagas y enfermedades. De esta manera, cuando la prevención no es suficiente y los mecanismos de vigilancia y erradicación no logran controlar una determinada plaga o enfermedad, el agricultor deberá actuar frente a una determinada plaga o enfermedad.

En esta actuación influyen condicionantes tales como redes de información, parcelas de control, nivel de infestación, prácticas culturales o alternativas de aplicación de plaguicidas. Naturalmente, el agricultor también pondera los parámetros económicos propios de su explotación (coste de las prácticas, costes de la mano de obra, flujos de caja). Todo este conjunto de posibilidades se conoce como gestión integrada de plagas.

En principio, la gestión integrada de plagas se basa en el principio de la prevención (fechas de siembra, variedades, rotación de cultivos, prácticas culturales y mecánicas). Sin embargo, pese a que estas técnicas ayudan a controlar la amplia mayoría de plagas y enfermedades, generalmente es ne-

12 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015D0789&from=ES>
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016D0764&from=EN>

cesario recurrir a la aplicación de productos fitosanitarios para el control de las poblaciones en la parcela de cultivo.

Sin embargo, pese a los esfuerzos de los distintos sectores y el incremento de la presión de plagas y enfermedades, los agricultores y las cooperativas sufren cada vez más la presión social y mediática contra el uso de los productos fitosanitarios. La presión que ejerce la opinión pública se encuentra en el origen de algunas de las pérdidas de sustancias activas (incluso ignorando los informes técnicos objetivos).

a. El Reglamento de productos fitosanitarios (Reglamento 1107/2009)

La finalidad del Reglamento 1107/2009 es garantizar un nivel elevado de protección de la salud humana y animal, así como del medio ambiente y mejorar el funcionamiento del mercado interior mediante la armonización de las normas sobre la comercialización de productos fitosanitarios, a la vez que se mejora la producción agrícola.

En la práctica este Reglamento establece las condiciones para la autorización de sustancias activas a nivel europeo y la puesta en el mercado de productos fitosanitarios a nivel de los Estados miembros.

Aspectos destacados de este Reglamento son su carácter extremadamente garantista (las sustancias activas son evaluadas en función de su peligro intrínseco, no del riesgo que suponen), la división por zonas de autorización de plaguicidas¹³ y el reconocimiento mutuo entre los Estados que componen dichas zonas y sustancias de bajo riesgo.

Los logros de este Reglamento comparados con los objetivos iniciales no son esperanzadores. La evaluación de las sustancias activas basada en el peligro ha supuesto la exclusión de muchas sustancias activas del mercado. Así, en 1991 existían en el mercado alrededor de 1.000 sustancias activas frente a las 487 actualmente existentes.

Naturalmente, muchas de esas sustancias activas desaparecieron debido a la amenaza que representaban tanto para el medio ambiente como para la salud humana. Sin embargo, en la actualidad hemos pasado a la situación opuesta, con una clara falta de sustancias activas, como demuestra el número de autorizaciones en situaciones de emergencia para los peligros que no pueden controlarse por otros medios razonables.

Al mismo tiempo, algunos de los criterios contemplados en el Reglamento prevén la retirada de más sustancias activas del mercado. La reciente entrada en vigor de los estudios comparativos para las llamadas sustancias candidatas a la sustitución y la discusión actual sobre los criterios para identificar

13 Norte, centro y sur. Con la excepción de los productos utilizados en invernaderos o para el tratamiento de semillas, para los que se establece una zona única

alteradores endocrinos amenazan muchas sustancias y ponen en riesgo la unidad de mercado al permitir a los Estados miembros un uso no justificado del principio de precaución.

Desde el Copa-Cogeca queremos destacar el compromiso de los agricultores y de las cooperativas agrarias de la UE de proporcionar a los ciudadanos y a los consumidores europeos unos alimentos sanos y seguros y abogamos por establecer medidas apropiadas que garanticen la plena confianza de los ciudadanos en las elevadas normas de seguridad de la UE relativas a la producción de alimentos y piensos, la sanidad y los materiales de reproducción vegetal y el uso de productos fitosanitarios.

Sin embargo, a la vista de las presentes limitaciones en cuanto a alternativas viables para el manejo y control de plagas y enfermedades, creemos necesario un cambio en la orientación de las políticas europeas más enfocado en el riesgo y encaminada a incrementar la disponibilidad de herramientas para el agricultor.

Según datos de la industria¹⁴, se requieren aproximadamente 10 años para introducir una nueva molécula en el mercado. Sin embargo, como hemos visto anteriormente, cada año aparecen por primera vez más de 50 nuevas plagas y enfermedades en Europa, para las que no existen tratamientos específicos. Queda pues demostrada la necesidad de productos que permitan el control y tratamiento de estas amenazas en tanto la industria es capaz de desarrollar productos más específicos.

Asimismo, la falta de suficientes alternativas en el mercado para el control y tratamiento de plagas y enfermedades resulta en una mayor utilización de las sustancias existentes y por lo tanto en un incremento del riesgo de aparición de resistencias.

La división zonal, destinada a incrementar la disponibilidad de productos en el mercado se ha demostrado ineficaz a la hora de cumplir su objetivo. La falta de voluntad y cooperación por parte de los Estados miembros a la hora de aplicar el principio de reconocimiento mutuo resulta en retrasos innecesarios en la aprobación de los productos.

Finalmente, sobre la puesta en marcha de un proceso de autorización rápida para las sustancias activas de bajo riesgo, los datos a día de hoy muestran el fracaso de esta iniciativa. Actualmente tan sólo siete sustancias activas han sido aprobadas como de bajo riesgo (sobre un total de 487¹⁵). Además, el tiempo medio para la aprobación de dichas sustancias es más de dos años y medio desde la aplicación de la solicitud), el mismo tiempo que para cualquier otra sustancia.

14 http://www.ecpa.eu/sites/default/files/7450_Registration%20brochure_3.pdf

15 <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>

Además, los usos menores y los cultivos especializados¹⁶ resultan doblemente afectados por la falta de voluntad de los Estados miembros a la hora de aplicar el reconocimiento mutuo y la falta de interés de las empresas a la hora de solicitar la autorización de una sustancia activa para un mercado de escasas dimensiones.

Sobre el tema de los usos menores y los cultivos especializados, la Comisión presentó con tres años de retraso su informe sobre la creación de un fondo europeo de fomento de los usos menores en el ámbito de los productos fitosanitarios¹⁷. Dicho informe supuso el primer paso para la puesta en marcha de una plataforma para coordinar los esfuerzos realizados por el sector primario, las autoridades nacionales y la Comisión¹⁸.

Esta iniciativa no cuenta con fondos para realizar estudios (a diferencia de su homóloga estadounidense) y tan sólo tres Estados miembros han apoyado y cofinanciado su. No hay certeza de que los Estados miembros vayan a apoyar esta iniciativa más allá de los tres primeros años de su mandato.

b. La Directiva de uso sostenible de plaguicidas (Directiva 2009/128/CE)

El principal objetivo de la Directiva de uso sostenible de plaguicidas es el de reducir los riesgos derivados del uso de los productos sobre la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, fomenta el uso de la gestión integrada de plagas¹⁹ y establece los principios que lo deben regir.

La Directiva de uso sostenible ofrece un marco legal sobre el que aplicar la gestión integrada de plagas y establece que los Estados miembros adopten planes de acción nacionales que midan la aplicación de los principios de la Directiva.

Finalmente, la Directiva 2009/128/CE introduce una serie de requisitos para las inspecciones y el mantenimiento que deben efectuarse en los equipos de aplicación de plaguicidas. Según la Directiva, en diciembre de 2016 todo el

16 «uso menor»: el uso de un producto fitosanitario en un Estado miembro concreto en vegetales o productos vegetales que: a) no sean ampliamente cultivados en ese Estado miembro, o b) sean ampliamente cultivados, para satisfacer una necesidad fitosanitaria excepcional;

17 http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d654a1d8-9979-11e3-94f8-01aa75ed71a1.0004.05/DOC_1&format=PDF

18 <https://www.minoruses.eu/>

19 «gestión integrada de plagas»: 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

parque europeo de aplicación profesional de plaguicidas europeo deberá haber sido inspeccionado al menos una vez.

Si bien el Copa-Cogeca ha defendido siempre la utilización de la gestión integrada de plagas, consideramos que faltan algunos elementos esenciales en su análisis. Por citar algunos:

- los principios establecidos en la Directiva no tienen en cuenta los criterios económicos y de costes que rigen cualquier explotación agraria;
- el establecimiento de objetivos arbitrarios de reducción de uso de plaguicidas puede resultar en un incremento de la vulnerabilidad existente de muchos cultivos o la propia sostenibilidad de la explotación agraria;
- los diferentes planes de acción nacionales deberían reconocer la necesidad de intensificar el asesoramiento agrícola y de prestar una importancia particular al asesoramiento sobre la protección de las plantas.

Además, son precisos más esfuerzos para mejorar la transferencia de los conocimientos científicos, teniendo en cuenta nuevos enfoques como el desarrollo de plaguicidas biológicos o la lucha biológica contra plagas a través de medidas apropiadas de asesoramiento o a través de un apoyo a una formación complementaria voluntaria.

c. La Directiva sobre maquinaria de aplicación de plaguicidas (Directiva 2009/127/CE)

Con la aprobación de la Directiva sobre maquinaria de aplicación de plaguicidas, se modifica la Directiva anterior de 2006 relativa a las máquinas. De esta manera, se incluyen en la Directiva 2006/42/CE nuevos requisitos para reducción del impacto adverso de los plaguicidas sobre la salud humana y el medio ambiente. Estos requisitos son coherentes con la Directiva 2009/128/CE de uso sostenible.

Debido en parte a los distintos medios y métodos aplicados en los Estados miembros y a la reticencia de algunos profesionales sin la suficiente información sobre el valor añadido de las inspecciones (que suponen un coste que cubre el agricultor), será difícil alcanzar el objetivo de una inspección de los vehículos de aplicación de plaguicidas para 2016. La entrada del invierno y la consecuente disminución de la incidencia de plagas y enfermedades derivada de las bajas temperaturas debería permitir en gran parte del territorio europeo alcanzar un alto grado de cumplimiento para el inicio de las campañas de aplicación en 2017.

d. Un ejemplo reciente: la re-autorización de la sustancia activa glifosato

El glifosato es una sustancia activa muy utilizada en herbicidas, en todos los sectores agrícolas y por todos los Estados miembros, en la lucha contra las malas hierbas que afectan a los cultivos.

El control mecánico de las malas hierbas requiere un intenso laboreo y un gran consumo de carburante y, por consiguiente, mayores emisiones de gases de efecto de invernadero y de la erosión del suelo. El control químico es necesario entonces para aplicar las técnicas de agricultura de conservación (labranza cero o mínima) y el glifosato es una sustancia activa muy empleada en este control.

Además, el glifosato también se emplea con fines agrícolas y no agrícolas como un importante instrumento de lucha contra las especies exóticas invasoras, que representan una pérdida de biodiversidad²⁰ y una amenaza para la sanidad vegetal de los cultivos.

En diciembre de 2013 el Instituto federal alemán para el análisis del riesgo (BfR, en sus siglas en alemán) publicó su estudio sobre la sustancia activa glifosato²¹. Siguiendo el procedimiento legal, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) debía emitir su dictamen en 2015.

Previo a la publicación del informe de la AESA, la Comisión solicitó a dicha Autoridad el análisis de un nuevo estudio publicado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer en el que se clasifica a dicha sustancia como "probablemente cancerígena"²².

Después del análisis de todos los estudios disponibles, la AESA emitió su opinión en la que concluyó que es improbable que el glifosato suponga un riesgo carcinogénico en humanos²³. Algunas de las diferencias estriban en los distintos productos analizados (sustancia activa frente a formulaciones de productos fitosanitarios) y la finalidad de los estudios (regulatoria o científica)²⁴.

Dado el retraso con el que se estaba evaluando la solicitud de re-autorización, la Comisión extendió la fecha de expiración de la sustancia activa hasta el 30 de junio de 2016.

Sin embargo, lo que debía ser una discusión técnica sobre la re-autorización de la sustancia activa (tras los informes positivos del BfR y la AESA) derivó en una discusión política sobre la pertinencia de aprobar el glifosato.

La Comisión de medioambiente del Parlamento Europeo aprobó una resolución en contra de la sustancia activa²⁵ que fue enmendada por el pleno del

20 http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index_en.htm

21 <http://www.bfr.bund.de/cm/349/glyphosate-in-urine-concentrations-are-far-below-the-range-indicating-a-potential-health-hazard.pdf>

22 <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-09.pdf>

23 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2015.4302/abstract>

24 https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsaexplainsglyphosate151112en.pdf

25 <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+MOTION+B8-2016-0439+0+DOC+PDF+V0//EN>

Parlamento en abril de 2016, solicitando su aprobación por un período limitado de tiempo y en condiciones más estrictas²⁶.

La toma de posición política por parte de algunos Estados miembros derivó en una falta de apoyo suficiente a la re-autorización durante el Comité Permanente de Vegetales, Animales, Alimentos y Piensos²⁷ encargado de evaluarla. Esta falta de apoyo suficiente se produjo en la votación en el Comité de apelación²⁸.

Finalmente la Comisión optó por otra extensión de la fecha de expiración de la sustancia activa hasta diciembre de 2017²⁹, tras el encargo a la Agencia Europea de los Productos Químicos la elaboración de otro estudio sobre la posible naturaleza cancerígena de la molécula. Mientras tanto, los Estados miembros y la Comisión acordaron endurecer las condiciones de aprobación de la sustancia activa en julio de 2016³⁰.

CONCLUSIONES

La importancia de la sanidad vegetal para el Copa-Cogeca está fuertemente vinculada al objetivo de asegurar la viabilidad, la innovación y la competitividad del sector agroalimentario de la UE para que sea capaz de cumplir las crecientes expectativas alimentarias de la población mundial.

Para poder seguir una política tan amplia e importante, se ha establecido un grupo de trabajo que da seguimiento a todos los desarrollos normativos y parlamentarios en materia de sanidad vegetal y protección de cultivos. Además, intenta trasladar a la opinión pública la importancia de ambas esferas de actuación.

El Copa-Cogeca acogió favorablemente el paquete de propuestas legislativas relativas a “una normativa más inteligente para unos alimentos más sanos”, ya que entendió que esta propuesta de la Comisión incluía unos objetivos razonables. El principal logro que se pretende alcanzar es un sistema eficaz y

26 <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P8-TA-2016-0119+0+DOC+PDF+V0//EN>

27 El Comité está compuesto por representantes de los Estados miembros y presidido por el representante de la Comisión

28 http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/dgs_consultations/docs/dgs-cons_phyto_sum_20160624_en.pdf

29 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1056&qid=1468507389892&from=en>

30 <https://www.boe.es/doue/2016/208/L00001-00003.pdf>

eficiente que permita un mejor control de las importaciones a la vez que no se obstaculiza el comercio internacional.

En esta labor, los Estados miembros juegan un papel importante. La coordinación y la armonización de la información debe estar en la base de cualquier propuesta. De esta manera, se puede garantizar una actuación rápida frente a una situación de crisis o una mejor interceptación de organismos nocivos que representen una amenaza para la Unión Europea.

El caso paradigmático de *Xylella fastidiosa* permite ilustrar cómo una mejor coordinación y actuación de las distintas administraciones, así como un mayor grado de participación de los operadores en una fase temprana puede suponer el éxito o el fracaso de todo un sistema de control.

Asimismo, es importante destacar por un lado, la cada vez mayor presión de plagas y enfermedades en el territorio europeo, y por otro lado, el rechazo que el uso de las medidas de defensa sanitaria producen en gran parte de los consumidores. Este rechazo supone la puesta en entredicho de unas medidas necesarias para las plagas y enfermedades en niveles que estén económica y ecológicamente justificados.

Como organización europea, queremos destacar el compromiso de los agricultores y de las cooperativas agrarias de la UE de proporcionar a los ciudadanos y a los consumidores europeos unos alimentos sanos y seguros y abogamos por establecer medidas apropiadas que garanticen la plena confianza de los ciudadanos en las elevadas normas de seguridad de la UE relativas a la producción de alimentos y piensos, la sanidad y los materiales de reproducción vegetal y el uso de productos fitosanitarios.

Sin embargo, a la vista de las presentes limitaciones en cuanto a alternativas viables para el manejo y control de plagas y enfermedades, creemos necesario un cambio en la orientación de las políticas europeas más enfocado en el riesgo y encaminada a incrementar la disponibilidad de herramientas para el agricultor.

ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LAS POLÍTICAS COMUNITARIAS

Emilio Rodríguez Cerezo

Deputy Head of Unit.

EUROPEAN COMMISSION. Bruselas

La agricultura europea está situada en un cruce de caminos de diferentes políticas comunitarias. No hay duda de que la PAC es la política con mayor impacto en la agricultura europea, pero las decisiones en políticas medioambientales, de comercio, o de sanidad (vegetal y animal) tiene cada vez más impacto en el sector.

La necesidad de que las decisiones políticas se basen en datos y evidencia científica es cada vez mayor dada la complejidad de los temas y de las posibles opciones de regulación. Los llamados estudios de impacto, previos a la toma de decisiones, son cada vez más complejos.

Es por ello que el uso de modelos agroeconómicos, que representan con distintos niveles de desagregación el sector agrícola de la UE, se está extendiendo cada vez más en los estudios de impacto. El JRC (Joint Research Centre) de la Comisión Europea es un servicio interno de producción y manejo de datos y evidencia científica para apoyar el desarrollo de políticas comunitarias, a lo largo de todo el ciclo político, desde los pasos iniciales de concepción/formulación de las opciones políticas, los estudios de impacto previos, el apoyo a la implementación práctica de las políticas y a su evaluación *ex post*.

La unidad de "Economía y Agricultura" del JRC (situada en Sevilla) maneja una plataforma de modelos agroeconómicos que permiten analizar distintas preguntas. El tipo de modelo (o combinación de ellos) que se necesita depende del nivel de desagregación del impacto económico (si es simplemente a nivel EU-28, o nacional, o regional), de la desagregación de las producciones (por ejemplo todo el sector cereales o ciertos cultivos individuales) y del tipo de decisión política que se quiera simular (cambios en la PAC, en la política de biocarburantes, en el paquete de cambio climático para 2030, tratados de libre comercio).

La unidad "Economía y Agricultura" lleva desde 2004 dedicada a este trabajo. En la ponencia se presentarán brevemente las herramientas que se utilizan y las aplicaciones recientes de estos modelos en la elaboración de políticas de especial interés para el sector. En concreto se presentarán ejemplos de cómo se han utilizado los modelos en los estudios de impacto del paquete 2030 de políticas de cambio climático para la agricultura y cómo se podrían utilizar en el desarrollo de la nueva legislación en sanidad vegetal. En este último tema,

se discutirá el posible papel de los modelos económicos en la elaboración de listas prioritarias de plagas para la unión Europea basadas en su impacto socio-económico.

BIOECONOMÍA Y SANIDAD VEGETAL

Judit Anda Ugarte

*Consejera Técnica de Viceconsejería
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural*

RESUMEN

Los sistemas productivos, de innovación y conocimiento ligados a la bioeconomía están siendo impulsados por la Comisión Europea como un nuevo modelo de negocio que nos permite dar respuesta a los retos sociales y económicos de la sociedad actual. Muchos Estados Miembros entre ellos España han desarrollado las Estrategias Nacionales de Bioeconomía como elementos de coordinación e impulso de este nuevo movimiento económico.

Por parte de la Junta de Andalucía, el Consejo de Gobierno adoptó la decisión el pasado mes de julio de desarrollar una Estrategia Andaluza de Bioeconomía, teniendo en cuenta las oportunidades que se presentan para nuestra región entre otras cuestiones por el alto potencial biomásico que existe. La nueva programación de los fondos europeos en Andalucía tiene en cuenta la bioeconomía en el desarrollo de las políticas de desarrollo rural, tanto en las medidas de creación y funcionamiento de grupos operativos de la innovación como en otras de orientación ambiental.

CONCEPTO DE BIOECONOMÍA

Cuando hablamos de bioeconomía se nos plantea una cuestión muy obvia y es a qué nos estamos refiriendo y por qué parece un concepto “de moda”. Además pensaremos que muchas de las actividades que hoy quedan englobadas dentro del concepto de bioeconomía se venían haciendo desde antiguo, pero actualmente se está dando un salto tecnológico que nos permite innovar en los procesos e incorporar una amplia gama de posibilidades de procesos, productos y oportunidades.

La **bioeconomía** se basa en las ciencias de la vida, la agronomía, la ecología, la ciencia de los alimentos y las ciencias sociales, la biotecnología, la nanotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la ingeniería. Incluye los **sectores de la agricultura, la silvicultura, la pesca, la alimentación y la producción de papel y de pasta de papel**, así como partes de las industrias química, biotecnológica y energética.

Según la Comisión Europea el término de «bioeconomía» significa una economía que utiliza los recursos biológicos de la tierra y el mar, además de los

residuos, como insumos para la producción de alimentos y piensos, así como para la producción industrial y energética. También abarca el uso de procesos biológicos en unas industrias sostenibles, biorrefinerías, para la obtención de productos de alto valor.

La bioeconomía de la UE ya tiene un volumen de negocios de cerca de 2 billones de euros y da empleo a más de 22 millones de personas, el 9 % del empleo total de la UE. Abarca la agricultura, la silvicultura, la pesca, la producción de alimentos y de papel y pasta de papel, además de parte de las industrias química, biotecnológica y energética.

Igualmente se calcula que cada euro invertido en la investigación y la innovación en bioeconomía financiadas por la UE generará diez euros de valor añadido en los sectores bioeconómicos en 2025

ESTRATEGIA EUROPEA DE BIOECONOMÍA 2012

En Europa El impulsor de este nuevo concepto es la Comisión Europea a través de la Estrategia Europea de Bioeconomía publicada a través de la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones **“La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa”** COM(2012) , 13.2.2012.

Dicha comunicación considera que los avances en la investigación sobre bioeconomía y la absorción de la innovación permitirán a Europa mejorar la gestión de sus recursos biológicos renovables y abrir mercados nuevos y diversificados de alimentos y bioproductos.

Además se tiene en cuenta que el establecimiento de una bioeconomía en Europa

ofrece grandes posibilidades para afrontar grandes retos sociales ligados a la seguridad alimentaria, la escasez de los recursos naturales, la dependencia de los recursos fósiles y el cambio climático, al tiempo que se consigue un crecimiento económico sostenible mantener y crear crecimiento económico y puestos de trabajo en las zonas rurales, costeras e industriales, y mejorar la sostenibilidad económica y medioambiental de la producción primaria y de las industrias de transformación.

Con todo ello se establece un plan de acción con el objetivo de allanar el camino hacia una sociedad más innovadora y competitiva, que utilice con más eficiencia los recursos y en la que se concilien la seguridad alimentaria y el uso sostenible de recursos renovables con fines industriales, asegurando al mismo tiempo la protección del medio ambiente.

Se concluye que la bioeconomía será un pilar del desarrollo económico en Europa y vendrá apoyado por fondos de investigación, innovación y de fomento

económico. Además se crean estructuras de apoyo y fomento de la bioeconomía como el panel bioeconomía, el consorcio público-privado para el fomento de la bioeconomía o el observatorio de bioeconomía, entre otras acciones.

Más adelante la Comisión Europea aprueba una nueva Comunicación sobre la Economía Circular "Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular" Bruselas, 2.12.2015 COM(2015), que refuerza los procesos relacionados con la bioeconomía. Por tanto podemos decir que la bioeconomía es una parte de la economía circular diferenciada por la utilización de procesos biológicos en los procesos. Cuenta con un Plan de Acción para la Economía Circular, cuyos objetivos se centran en la obtención de nuevos y mayores beneficios de las materias primas, en mantener el valor de los productos y los recursos durante el mayor tiempo posible, en la reducción de la generación de residuos, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental de su explotación y en aprender a convertir en nuevos recursos lo que antes eran desperdicios. Dicho Plan de Acción integra a todos los sectores y procesos de producción, de tal forma que quedan incluidos los que abarca la propia bioeconomía.

ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE BIOECONOMÍA

El ámbito de actuación de esta estrategia se centra en el "conjunto de las actividades económicas que obtienen productos y servicios, generando valor económico, utilizando, como elementos fundamentales los recursos de origen biológico, de manera eficiente y sostenible. Su objetivo es la producción y comercialización de alimentos, así como productos forestales, bioproductos y bioenergía, obtenidos mediante transformaciones físicas, químicas, bioquímicas o biológicas de la materia orgánica no destinada al consumo humano o animal y que impliquen procesos respetuosos con el medio, así como el desarrollo de los entornos rurales".

La base sobre la que se fundamenta esta estrategia es el triángulo ciencia – economía – sociedad, lo que conlleva la necesaria participación de distintos colectivos de consumidores, colectivos sociales, económicos y ambientales, las administraciones, equipos científicos e investigadores, centros tecnológicos y empresas y sectores productivos, entre otros.

ESTRATEGIA ANDALUZA DE BIOECONOMÍA

Andalucía no puede ser ajena a la evolución de las tendencias en bioeconomía y debe contribuir a dar solución a los retos que se plantean a la sociedad en su conjunto, garantizando una explotación sostenible de los recursos, mitigando los efectos negativos sobre el clima, evitando la pérdida de biodiversidad y fomentando el uso de energías renovables con reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la obtención de nuevos productos con valor añadido, bien destinados a la alimentación o a otros usos.

Precisamente, Andalucía ha sido reconocida como una de las seis regiones seleccionadas por la Unión Europea como región demostrativa para mostrar el camino hacia una química sostenible, que contemple el aprovechamiento de materias como la biomasa o los residuos, para la obtención de nuevos productos de forma sostenible. Con esta iniciativa se pretende fortalecer las relaciones intersectoriales entre las industrias químicas con las que intervienen en esos procesos, en particular las industrias agroalimentarias, forestales, de gestión de residuos y de reciclaje.

Nuestra Comunidad Autónoma cuenta con una importante base productiva y un fuerte sector agroalimentario, pesquero y forestal que pueden ofrecer muchas oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía, y en términos de innovación, cuenta con Universidades, Campus de Excelencia Internacional, Centros y Grupos de Investigación y Formación, tanto públicos como privados, que pueden proporcionar recursos y materiales y un entorno adecuado para favorecer la investigación y la transferencia de técnicas innovadoras en todos los ámbitos.

La cadena de producción de alimentos integrada por el sector agrícola, ganadero, pesquero y agroindustrial desarrolla funciones y actividades que pueden contribuir a solucionar los retos planteados por la bioeconomía, procurando la oferta de alimentos en cantidad suficiente y con las características nutritivas adecuadas y, a su vez, beneficiarse de las medidas que se adopten relativas a reducción en el consumo de recursos, principalmente agua y energía, así como la reutilización de restos y residuos para nuevos usos.

La actividad de estos sectores, principalmente el agrícola, así como el forestal, proporciona biomasa que puede constituir una oferta interesante para el desarrollo de industrias relacionadas con nuevas tecnologías tanto para la producción de energía como de nuevos productos. A su vez, el aprovechamiento de todos los residuos y efluentes de todos los sectores citados puede constituir la base de múltiples soluciones tecnológicas innovadoras derivadas de líneas de investigación que se promuevan en Andalucía y dirigidas a la obtención de nuevos recursos o productos y al desarrollo de nuevos procesos.

En la programación 2014-2020 de los Fondos Estructurales y de Inversión de Andalucía, se favorece el desarrollo de políticas relacionadas con la bioeconomía, en materia de innovación, desarrollo empresarial, investigación y formación, entre otros.

Por su parte, el Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020 contiene entre sus prioridades el promover la eficiencia de los recursos y alentar el paso a una economía hipocarbónica, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático de los sectores agroalimentario y forestal.

Y por otro lado, el Programa Operativo del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca 2014-2020 tiene como principios inspiradores ayudar a los pescadores en la

transición a la pesca sostenible, ayudar a las comunidades costeras a diversificar sus economías y financiar proyectos para crear empleo y mejorar la calidad de vida en las costas europeas.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, se justifica la formulación de la Estrategia Andaluza de Bioeconomía que debe procurar un crecimiento sostenible abordando de manera transversal, multidisciplinar y multisectorial las soluciones a los retos de la sociedad actual, la garantía de suministro de alimentos, la escasez de determinados recursos, la dependencia de recursos fósiles y el cambio climático.

Esta estrategia está actualmente redactándose por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural en coordinación con la Consejería de Economía y Conocimiento, la Consejería de Empleo, Empresa y Comercio y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Los objetivos de esta estrategia son:

Objetivo general: el crecimiento y desarrollo sostenible de Andalucía impulsando actuaciones dirigidas al fomento de la producción de recursos y procesos biológicos renovables.

Y los objetivos específicos son:

- a) Mejorar la sostenibilidad y competitividad de los sectores agroalimentario, pesquero, y forestal, fomentando el uso de prácticas innovadoras que favorezcan y desarrollen una economía circular.
- b) Impulsar la competitividad de las industrias que trabajen con recursos biológicos, fomentando la innovación, la generación de conocimiento y la transferencia de tecnología.
- c) Fomentar la reutilización de los recursos, agua, gases, nutrientes y el aprovechamiento de los residuos y restos vegetales para obtener otros productos, usos o energías.
- d) Favorecer la investigación, innovación y la cualificación relacionadas con la bioeconomía.
- e) Reforzar la coordinación interadministrativa, y las sinergias con otros planes y programas de trabajo de distinto ámbito.

Por otro lado los contenidos mínimos de esta Estrategia se centrarán en:

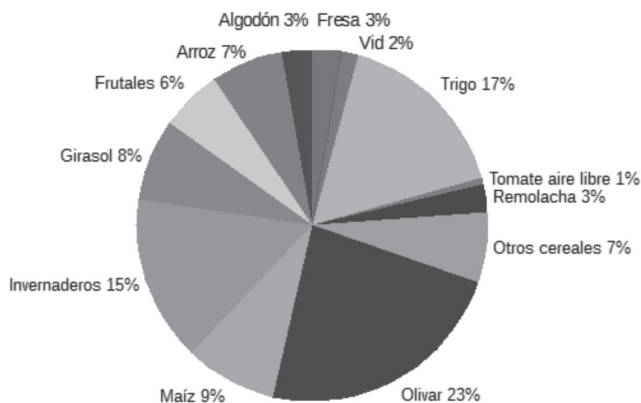
1. Introducción y definición de conceptos utilizados.
2. Descripción de los sistemas productivos de Andalucía con repercusión en bioeconomía.
3. Descripción y evaluación de las industrias de biotecnología y bioenergía existentes en Andalucía.
4. Evaluación y caracterización de las potencialidades de recursos biomásicos de los sectores agrario, ganadero, pesquero y agroindustrial de Andalucía y su posible evolución.

5. Identificación de la logística necesaria en Andalucía para la utilización de los flujos de recursos que permitan las cadenas de suministro estables.
6. Definición de las prioridades de investigación procurando la participación multidisciplinar y multisectorial.
7. Elaboración de un inventario de las actividades de investigación e innovación, los centros e infraestructuras disponibles en Andalucía con competencias en estas actividades.
8. Creación de la Red de Bioeconomía de Andalucía que permita mejorar las sinergias y el diálogo entre la Administración Pública, los investigadores y la sociedad civil para facilitar la coherencia de las políticas que se adopten.
9. Propuestas y medidas de desarrollo y fomento de los diferentes eslabones que conforman los procesos de bioeconomía.
10. Descripción de indicadores que permiten evaluar los avances y el impacto de la bioeconomía a lo largo del desarrollo de la Estrategia.

BIOMASA AGRARIA EN ANDALUCÍA

Una de las razones que justifican el desarrollo de la Estrategia Andaluza de Bioeconomía es el alto potencial de recursos naturales que pueden ser aprovechados provenientes del sector agroalimentario y forestal. Se estima que la agricultura produce, de media, en Andalucía casi 8 millones de toneladas de biomasa, de las que un 23% corresponde al olivar (restos de poda), un 17% es paja de cereal y el 15% se genera en la producción hortícola intensiva. Esta estimación se ha realizado teniendo en cuenta el potencial total de producción, es decir, la biomasa generada sin considerar los aprovechamientos que existan actualmente de la misma.

	toneladas
Algodón	226.014
Arroz	526.183
Fresa	214.744
Frutales	457.791
Girasol	604.150
Invernaderos	1.217.461
Maíz	680.419
Olivar	1.859.840
Otros cereales	523.754
Remolacha	200.522
Tomate aire libre	45.927
Trigo	1.322.777
Vid	116.898



Si analizamos la biomasa generada por la agricultura por provincias, se observa que en Almería la práctica totalidad de la misma procede de la horticultura intensiva, en Cádiz procede buena parte de los cultivos extensivos, en Córdoba y Málaga del olivar y cultivos extensivos, en Granada del olivar, horticultura, frutos secos, en Jaén del olivar y en Sevilla de los cultivos extensivos, arroz, algodón olivar, remolacha:

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	TOTALES
Algodón		38.744	21.302		1.662	18.098		146.207	226.014
Arroz		32.916			321			492.946	526.183
Avena	5.569	28.817	27.457	47.024	4.382	6.774	30.237	27.005	177.267
Cebada	22.670	24.147	24.936	131.430	3.504	16.985	34.500	41.884	300.056
Cítricos	16.068	5.035	21.012	2.050	37.807	4	20.965	57.222	160.164
Fresa		1.658		471	211.250	163	260	943	214.744
Frutales	1.084	1.447	6.211	22.816	11.479	5.126	22.267	21.470	91.900
Frutos secos	82.560	225	1.836	94.392	1.547	4.160	19.173	1.834	205.727
Girasol	20	118.663	128.142	2.483	35.855	3.352	8.088	307.546	604.150
Invernaderos	1.060.900	371	15.276	106.745			29.554	4.615	1.217.461
Maíz	1.013	82.321	157.507	60.133	4.717	25.295	14.862	334.571	680.419
Olivar	12.141	5.403	420.062	156.764	8.113	919.233	91.010	247.114	1.859.840
Remolacha		53.432	613	248	941	540	233	144.516	200.522
Sorgo	849	28.973	8.062	574	15		4.262	3.695	46.432
Tomate aire libre	976	5.637	1.145	7.609	520	1.339	2.800	25.900	45.927
Trigo	2.721	217.735	290.855	27.450	58.954	32.318	85.544	607.200	1.322.777
Vid	4.114	35.212	25.184	14.305	15.009	1.819	14.638	6.616	116.898

En el caso de Almería la problemática con la gestión de restos vegetales surge por su elevado volumen concentrada prácticamente en dos veces en la campaña. Con objeto de dar respuesta a esta problemática, la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, han puesto en marcha un conjunto de líneas de actuación que aportan soluciones desde la perspectiva de la economía circular.

La biomasa de Andalucía se caracteriza por:

- Potencial energético cercano a 3.000 ktep al año \approx consumo 800.000 personas
- Producción repartida en todo el territorio y disponibilidad ligada al calendario de cultivo y momento del procesado
- Utilización mayoritaria en generación de energía (térmica y fabricación de biocombustibles)
- Otros usos: fabricación de compost y otros fertilizantes, alimentación animal y extracción de compuestos bioactivos y químicos
- Usos potenciales emergentes en la industria química y otras bioindustrias (aditivos alimentarios, bioplásticos,...)

Por otro lado el sector agroindustrial tiene enorme capacidad de generar recursos biomásicos, aprovechados o no en procesos intermedios. Es el caso del sector del aceite de oliva que genera:

- 1514.345 toneladas de hojín (37,5 % de humedad)
- 14.340.360 toneladas de alperujo (65,0 % de humedad)
- 1515.705 toneladas de hueso de aceituna (13,0 % de humedad)
- 1912.857 toneladas de orujillo (10,0 % de humedad)

Estos productos se aprovechan o transforman en un gran número de factorías:

- 24 plantas de compostaje de alperujo,
- 20 plantas de generación eléctrica de biomasa,
- Numerosos consumidores finales como industrias o explotaciones ganaderas, así como de los sectores terciario y doméstico.

Los principales usos de estos subproductos del olivar son:

- Uso energético: el 79,9% (47,0% para generación eléctrica o cogeneración y 32,9% para usos térmicos)
- Incorporación como materia orgánica al suelo (fertilizante): 14,3%
- Otros usos como la alimentación animal, gestión como residuo, etc.: 5,9%.

En definitiva la biomasa del sector agrario andaluz constituye una importante oportunidad como base de una bioeconomía global y sostenible que genere valor añadido y riqueza gracias a la innovación.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN DE LAS CONSEJERÍAS DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL Y DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESTOS VEGETALES EN LA HORTICULTURA.

Líneas de actuación de las consejerías de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en materia de gestión de restos vegetales en la horticultura de Andalucía

Hacia una economía circular



Los cultivos en invernadero constituyen el sector más dinámico de la agricultura andaluza dada su productividad económica, la generación de empleo que implican, el eficiente uso del agua que realizan, su capacidad de asociación y su vocación exportadora, resultado todo ello de una constante actitud de cambio y de mejora continua en I+D.

El 95,1% de la superficie invernada andaluza se concentra en el litoral oriental, en la provincia de Almería, la comarca de La Costa en Granada y la comarca de Vélez-Málaga.

Por lo general, la producción de hortalizas en invernadero implica el levantamiento del cultivo al final de la campaña (en mayo y junio) y tras el ciclo de otoño (enero a marzo), si se realizan dos ciclos de cultivo, lo que conlleva la generación de un gran volumen de restos vegetales que provoca problemas de gestión en aquellas zonas donde existe una alta concentración de este tipo de producción.

Las actuaciones previstas apuestan por abordar la gestión de los restos vegetales desde la perspectiva del concepto de economía circular, la bioeconomía y la simbiosis entre los diferentes agentes involucrados, de manera que se puedan valorizar los restos vegetales de una manera más eficiente, logrando que se cierren los ciclos productivos.

El objetivo general es realizar una gestión más sostenible del complejo alimentario a través del objetivo específico de mejorar la gestión de los restos vegetales de los cultivos protegidos bajo la perspectiva de la economía circular, y dar respuesta a los problemas concretos que actualmente presenta su gestión.

Las líneas de actuación de gestión de restos vegetales en la horticultura del litoral oriental de Andalucía nacen del propio sector productor que, conociendo la problemática que implica la gestión de los restos de cultivo, está determinado a darle solución avanzando en un modelo productivo respetuoso con el medio ambiente que se base en la economía circular.

Constatado este hecho, la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, plantean las soluciones con el sector y con el resto de actores implicados y proponen un conjunto de medidas que se agrupan o estructuran de la forma siguiente:

- OBJETIVO A: Gestión y reducción de restos vegetales de invernadero
- OBJETIVO B: Investigación, formación y transferencia de resultados.
- OBJETIVO C: Gobernanza administrativa.

Todas ellas se encuentran inmersas en su apuesta por la bioeconomía, es decir, avanzan hacia una gestión más sostenible del complejo agroalimentario, incluyendo nuevos procesos que permitan diversificar resultados y un aprovechamiento óptimo de los recursos, favoreciendo de esta forma la citada apuesta de alentar el tránsito hacia una economía circular.

Así, las medidas del Objetivo A tratan de dar respuesta al agricultor, con su propia implicación en la solución de los problemas, de manera individual, mediante el fomento del abonado en verde y el autocompostaje, o de manera colectiva, a través de las organizaciones de productores. Para ello, se

proponen medidas de inversiones en explotaciones, así como en plantas de transferencia y de valorización de los restos vegetales, para desplegar sobre el terreno una red de gestión de los restos vegetales que cubra todas las fases (acopio, pre-tratamiento, valorización, etc.) , y que apueste a su vez por instalaciones de tamaño pequeño y mediano en aras de obtener un modelo articulado, flexible y económica y ambientalmente eficiente.

Con las medidas del Objetivo B se realiza una clara apuesta por la investigación y la innovación dada la necesidad de buscar nuevos tratamientos y formas de otorgar valor añadido a los restos vegetales, siempre bajo el concepto de economía circular. Igualmente se trata de incrementar la formación por medio de manuales de buenas prácticas, charlas, etc. En este sentido, cabe indicar que la innovación es uno de los pilares de la política de la UE plasmada en la Estrategia 2020, por lo que debe formar parte ineludible de todo planteamiento estratégico.

Las medidas del Objetivo C son medidas de acuerdo público – privado para el desarrollo de las actuaciones y diagnóstico de la situación normativa. El campo de los residuos es un ámbito de intersección entre diferentes administraciones y consejerías, por lo que se hace necesario articular medidas que, salvaguardando el sentido de protección y respeto ambiental de la normativa de aplicación, eviten distorsiones y faciliten la gestión de los restos vegetales por parte de agricultores y otros agentes implicados.

PLAN DE DESARROLLO RURAL EN ANDALUCÍA 2014-2020

El Plan de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020 es el documento estratégico que de forma coherente con la Estrategia Europa 2020 establece en el marco de trabajo de los fondos estructurales (FEADER) en el medio rural en los próximos años. Cuenta con una dotación de presupuestaria de gasto público de 2.450 millones de euros para cubrir los objetivos de:

- a) fomentar la competitividad de la agricultura;
- b) garantizar la gestión sostenible de los recursos naturales y la acción por el clima;
- c) lograr un desarrollo territorial equilibrado de las economías y comunidades rurales incluyendo la creación y conservación del empleo

Estos objetivos se enmarcan en las siguientes seis prioridades de desarrollo rural de la Unión:

- 1) Fomentar la transferencia de conocimientos e innovación en los sectores agrario y forestal y en las zonas rurales, haciendo especial hincapié en:
 - a) Fomentar la innovación, la cooperación y el desarrollo de la base de conocimientos en las zonas rurales;

- b) reforzar los lazos entre la agricultura, la producción de alimentos y la silvicultura, por una parte, y la investigación y la innovación, por otra, para, entre otros fines, conseguir una mejor gestión y mejores resultados medioambientales;
 - c) fomentar el aprendizaje permanente y la formación profesional en el sector agrario y el sector forestal.
- 2) mejorar la viabilidad de las explotaciones agrarias y la competitividad de todos los tipos de agricultura en todas las regiones, y promover las tecnologías agrícolas innovadoras y la gestión forestal sostenible, haciendo especial hincapié en:
- a) mejorar los resultados económicos de todas las explotaciones y facilitar la reestructuración y modernización de las mismas, en particular con objeto de incrementar su participación y orientación hacia el mercado, así como la diversificación agrícola;
 - b) facilitar la entrada en el sector agrario de agricultores adecuadamente formados, y en particular el relevo generacional.
- 3) fomentar la organización de la cadena alimentaria, incluyendo la transformación y comercialización de los productos agrarios, el bienestar animal y la gestión de riesgos en el sector agrario, haciendo especial hincapié en:
- a) mejorar la competitividad de los productores primarios integrándolos mejor en la cadena agroalimentaria a través de regímenes de calidad, añadir valor a los productos agrícolas, promoción en mercados locales y en circuitos de distribución cortos, agrupaciones y organizaciones de productores y organizaciones interprofesionales;
 - b) apoyar la prevención y la gestión de riesgos en las explotaciones.
- 4) Restaurar, preservar y mejorar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura, haciendo especial hincapié en:
- a) restaurar, preservar y mejorar la biodiversidad (incluido en las zonas Natura 2000 y en las zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones específicas), los sistemas agrarios de alto valor natural, así como el estado de los paisajes europeos;
 - b) mejorar la gestión del agua, incluyendo la gestión de los fertilizantes y de los plaguicidas;
 - c) prevenir la erosión de los suelos y mejorar la gestión de los mismos.
- 5) Promover la eficiencia de los recursos y fomentar el paso a una economía baja en carbono y capaz de adaptarse al cambio climático en los sectores agrario, alimentario y forestal, haciendo especial hincapié en:
- a) lograr un uso más eficiente del agua en la agricultura;
 - b) lograr un uso más eficiente de la energía en la agricultura y en la transformación de alimentos;

- c) facilitar el suministro y el uso de fuentes renovables de energía, subproductos, desechos y residuos y demás materia prima no alimentaria para impulsar el desarrollo de la bioeconomía;
 - d) reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de amoníaco de procedentes de la agricultura;
 - e) fomentar la conservación y captura de carbono en los sectores agrícola y forestal.
- 6) Fomentar la inclusión social, la reducción de la pobreza y el desarrollo económico en las zonas rurales, haciendo especial hincapié en:
- a) facilitar la diversificación, la creación y el desarrollo de pequeñas empresas y la creación de empleo;
 - b) promover el desarrollo local en las zonas rurales;
 - c) mejorar la accesibilidad a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) así como el uso y la calidad de ellas en las zonas rurales.

Todas estas prioridades contribuirán a los objetivos transversales de innovación, medio ambiente, mitigación del cambio climático y adaptación al mismo.

En el tema que nos ocupa destaca la prioridad 5C relacionada con la bioeconomía que ha sido desarrollada en el PDR de Andalucía a través de distintas medidas entre la que destaca la relativa a los grupos de operativos de la innovación (medida 16.1 del PDR)

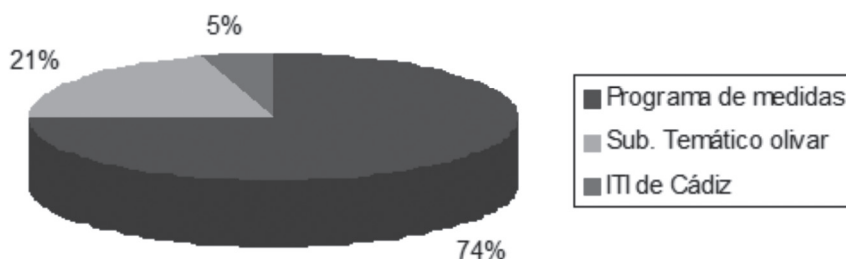
Con estos principios el PDR de Andalucía desarrolla en el ámbito agrario y agroalimentario una estrategia donde se identifican necesidades fundamentales, entre las que destacan:

- Incorporación de jóvenes en la actividad agraria
- Fomento de la inversión para la mejora de la competitividad del sector agrario (incorporación de tecnologías, reestructuración sectorial, eficiencia energética...)
- Avance en la sostenibilidad ambiental del sector en equilibrio con su entorno (biodiversidad, conservación de suelos, adaptación a economía hipocarbónica..)
- Fomentar la inclusión social y desarrollo económico de la población rural
- Mejora de la vertebración de la cadena alimentaria y apoyo a la comercialización de los productos.
- La innovación como apuesta de futuro, desde la transferencia tecnológica.
- Mejora de los niveles de formación, información y asesoramiento para un sector capaz.

Este PDR desarrolla para el sector agroalimentario

- 17 Medidas y más de 60 operaciones
- 1 Subprograma temático para el olivar con 13 medidas y 12 operaciones

- La participación en la Inversión Territorial Integrada de Cádiz



CREACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE GRUPOS OPERATIVOS DE LA INNOVACIÓN

En Andalucía, la innovación en el sector agrario es una prioridad estratégica que hace necesario avanzar y potenciar la coordinación del sistema de I+D+i, creando y fortaleciendo herramientas que contribuyan a la conexión de actividades del sector productivo del medio rural, la investigación y las Administraciones, a través de actuaciones coordinadas en los que la innovación alcance a sus potenciales beneficiarios (agricultores, ganaderos, industrias agroalimentarias, etc.) teniendo en cuenta en todas ellas, la necesidad de difundir entre la sociedad rural los nuevos retos socioeconómicos, el respeto al medio ambiente y la mitigación y adaptación al cambio climático, entre otros.

Para potenciar la innovación en el sector agrario, es necesario articular mecanismos que permitan el trabajo cooperativo y en red, así como, la difusión de aquellas experiencias y buenas prácticas innovadoras, que sirvan de estímulo y arrastre, para lo cual se considera prioritario fomentar el trabajo colaborativo entre agricultores, ganaderos y pymes agroalimentarias con otros agentes (investigadores, agentes del conocimiento,

empresas de servicios, organizaciones profesionales agrarias, grupos de desarrollo rural, comercializadoras, etc...) a través de los llamados grupos operativos de innovación.

Los grupos operativos de innovación se plantean como agrupaciones funcionales y temporales con una estructura, flexible y abierta, para dar cabida a la mayor cantidad de actores, composiciones y compromisos dentro de esta denominación, al objeto de trabajar juntos en un proyecto innovador dirigido a conseguir resultados concretos.

En agosto de 2016 se publicaron las bases reguladoras para la creación y funcionamiento de los grupos operativos, y el 29 de agosto se realizó la primera convocatoria de ambas líneas de trabajo, contando de plazo respectivamente hasta el 29 de octubre y 29 de noviembre.

XYLELLA FASTIDIOSA: IMPACTO Y SITUACIÓN ACTUAL EN LA UNIÓN EUROPEA

María Milagros López, Ester Marco-Noales, Javier Peñalver, María Teresa Gorris, Clara Morente, Adela Monterde

*Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA),
Moncada, Valencia*

INTRODUCCIÓN

Xylella fastidiosa representa actualmente la principal amenaza fitopatológica para distintos cultivos estratégicos de la Unión Europea (U.E.) como el olivo, pero también para la vid, los frutales de hueso, los cítricos, el almendro y numerosas especies ornamentales y forestales. Ha pasado de ser una bacteria de cuarentena prácticamente desconocida (salvo para los fitopatólogos) a convertirse, desde 2013, cuando se detectó en olivo en Apulia, Italia, en el tema fitopatológico de mayor resonancia mediática a nivel internacional. En la Fig. 1 se muestra el mapa actual de distribución de *X. fastidiosa*, en el que se aprecia que en gran número de países americanos está presente la bacteria, en muchos de forma endémica.

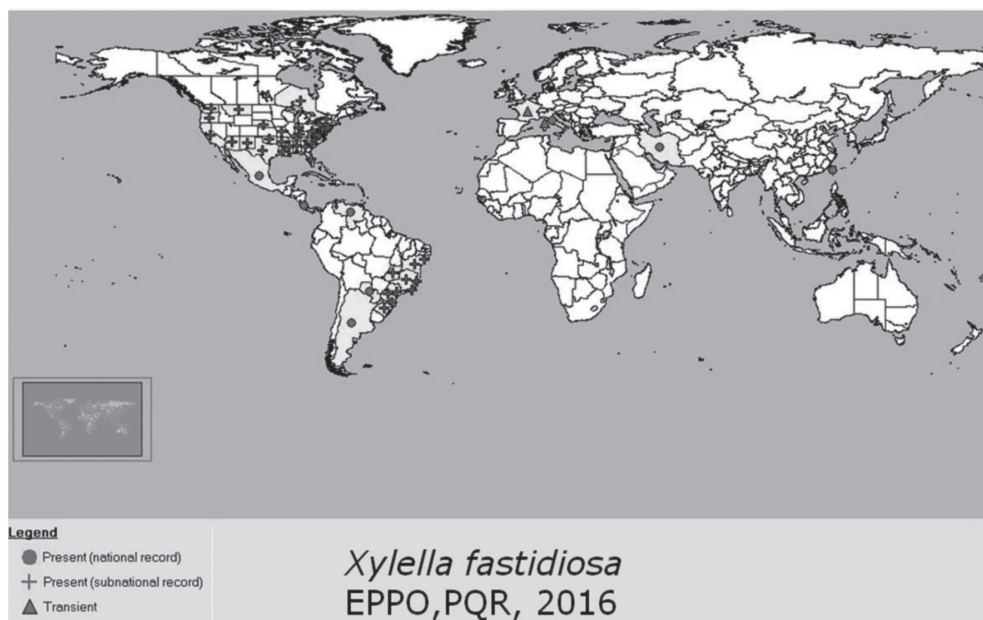


Fig. 1. Distribución mundial de *Xylella fastidiosa* en 2016 según la European and Mediterranean Plant Protection and Organization (EPPO)

Además, se trata de una bacteria que, ya desde la primera década del siglo XX, fue considerada como una de las grandes amenazas para cultivos de EE.UU. y de otros países. La primera enfermedad causada por *X. fastidiosa*, denominada enfermedad de Pierce, fue ya descrita hacia 1882 en California en vid (Fig. 2) y en la década de 1940 se descubrió su transmisión por vectores, pero para demostrar su etiología bacteriana hubo que investigar durante muchos años, hasta que en 1978 se consiguió cultivar al agente causante, una nueva especie bacteriana a la que se denominó *X. fastidiosa*. Las pérdidas en California debidas a la enfermedad de Pierce se han evaluado actualmente en más de 30 millones de dólares por año.

En Brasil, en las décadas de 1980-2000, una nueva enfermedad de los cítricos, a la que se denominó clorosis variegada, fue la causante de la erradicación de más de 120 millones de naranjos y era el principal problema de los cítricos antes de la detección del huanglongbing o greening.

El impacto potencial de *X. fastidiosa* en los distintos países de la U.E. no es fácil de prever y estará determinado por sus especiales características, que la convierten en un patógeno cuya gravedad puede ser muy variable e impredecible, ya que dependerá de las circunstancias concretas del lugar de su introducción y particularmente de los huéspedes y vectores locales.

GAMA DE HUÉSPEDES

La gama de huéspedes de *X. fastidiosa* es extremadamente amplia, ya que, según la evaluación de la European Food Safety Authority (EFSA), abarca 359 especies de plantas que pueden ser infectadas por esta bacteria, en condiciones naturales o experimentales, y que pertenecen a 204 géneros y 7 familias botánicas. Pero dicho número podrá aumentar fácilmente cuando se detecte la bacteria en nuevas zonas, ya que solo en los últimos tres años, desde la detección de *X. fastidiosa* en Italia y Francia, se han descrito más de cuarenta nuevos huéspedes, identificados en los focos de dichos países, que pertenecen a 15 géneros de 5 familias en las que la bacteria no había sido previamente identificada. Ello sugiere que, en nuevos brotes, la bacteria podría afectar a otras especies cultivadas, ornamentales, forestales o silvestres, no descritas, lo que hace difícil prever su impacto real.

Entre las especies afectadas en los distintos países, por una o varias de las subespecies descritas de la bacteria, se encuentran plantas tan distintas como la vid, los cítricos (Fig. 3), el almendro, los frutales de hueso, el olivo, la alfalfa, la adelfa (Fig. 4), la vinca y *Polygala myrtifolia* (Fig. 5).



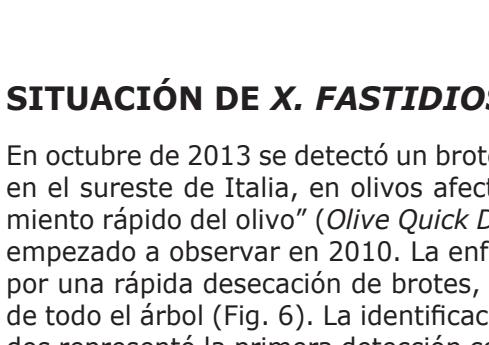
Fig. 2. Hojas de vid con síntomas de desecamiento o quemado típicos de la enfermedad de Pierce, causada por *Xylella fastidiosa*. (Foto: A.H. Purcell)

Fig. 3. Hojas de naranjo con síntomas de clorosis variegada, causada por *Xylella fastidiosa*. (Foto: M.M. López)



Fig. 4. Hojas de adelfa con desecamiento y quemado típicos de *Xylella fastidiosa*. (Foto: E. Marco-Noales)

Fig. 5. *Polygala myrtifolia* con desecamiento de hojas causado por *Xylella fastidiosa*. (Foto: B. Legendre)



SITUACIÓN DE *X. FASTIDIOSA* EN ITALIA

En octubre de 2013 se detectó un brote de *X. fastidiosa* en la región de Apulia, en el sureste de Italia, en olivos afectados del llamado "síndrome del decaimiento rápido del olivo" (*Olive Quick Decline Syndrome, OQDS*), que se había empezado a observar en 2010. La enfermedad se caracteriza en esta especie por una rápida desecación de brotes, ramillas y ramas, seguida de la muerte de todo el árbol (Fig. 6). La identificación de *X. fastidiosa* en los olivos afectados representó la primera detección confirmada de esta bacteria en la U.E. La cepa aislada de olivo pertenecía a una variante de *X. fastidiosa* subsp. *pauca*,

que hasta entonces sólo se conocía como causante de daños en cítricos y en café en Brasil.

En Apulia, *X. fastidiosa* es transmitida por *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae), que ha demostrado ser un vector extremadamente eficiente y abundante. Por ello, desde la detección de ese brote inicial, la enfermedad se ha extendido por toda la región causando enormes pérdidas económicas y medioambientales. Ya a finales de 2014, la provincia de Lecce en la región de Apulia fue declarada "zona infectada", en la que solo se aplican medidas de contención. El área delimitada está rodeada por una extensa zona tampón, en la que están incluidas zonas de vigilancia. En mayo de 2016 la extensión de la zona infectada era de 110 km desde el punto más meridional de la península de Italia y la de la zona tampón era de 10 km. Basándose en los resultados de prospecciones oficiales, el resto del territorio italiano, fuera de estas zonas, está todavía considerado como libre del patógeno.



Fig. 6. Distintos estadios de la infección de *X. fastidiosa* en olivo, desde la seca de ramillas a la muerte del árbol entero. (Fotos: E. Marco-Noales)

En Italia, apenas se han llevado a cabo medidas de erradicación, por problemas económicos, políticos, sociales y por la fuerte oposición de los ecologistas y diversas organizaciones medioambientales que han discutido, solo con argumentos demagógicos o incluso falsos, todos los resultados científicos que el ejemplar y arduo trabajo de los investigadores de Apulia iba obteniendo.

La expansión del área epidémica de *X. fastidiosa* en Apulia ha llevado a la identificación de nuevos huéspedes de la bacteria, como almendro, cerezo, y más de 20 especies ornamentales y silvestres como mirto, lavanda, romero, vinca, adelfa, *Polygala myrtifolia*, en las que se ha encontrado el mismo tipo de secuencia que en olivo (ST53, o cepa CoDiRO). En ningún caso se han encontrado plantas de vid o cítricos infectadas.

SITUACIÓN DE *X. FASTIDIOSA* EN FRANCIA

En julio de 2015, las autoridades francesas informaron del primer brote de *X. fastidiosa* en su territorio, en Propriano, en la isla de Córcega, en plantas de *P. myrtifolia*. Y en octubre de ese mismo año se detectó la bacteria en la Costa Azul, primero en Niza y Mandelieu-la-Napoule (departamento de Alpes-Maritimes) y posteriormente en otros municipios del mismo departamento y también del de Var. En octubre de 2016 ya se habían declarado 289 brotes en Córcega, habiéndose identificado 3 plantas huéspedes, y 15 en la zona de Provence, Alpes, Côte d'Azur, siendo la planta más afectada *P. myrtifolia*, aunque estaban afectadas también otras especies ornamentales. A lo largo de 2015 se realizaron más de 6.000 análisis, y en 2016 un número superior. Las muestras analizadas hasta ahora de olivos, cítricos y vid han resultado todas negativas. Inmediatamente se tomaron medidas de erradicación y delimitación de la zona tampón alrededor de cada brote de acuerdo a la Decision (EU) 2015/789.

En estos brotes se han identificado dos tipos genéticos de *X. fastidiosa* subsp. *multiplex*, ST6 y ST7, y lo que parece una recombinación de los dos tipos anteriores con el ST76, que es de *X. fastidiosa* subsp. *sandy*. También se llegó a identificar en un caso el ST53 de *X. fastidiosa* subsp. *pauca*. Se barajan distintas hipótesis sobre esta diversidad: por un lado, la posibilidad de varias introducciones de la bacteria, por otro, que plantas de cafeto importadas de países centroamericanos y contaminadas (de las que entre 2012 y 2015 se produjeron varias intercepciones) contuviesen diversas cepas, y los recombinantes fueran importados con esas plantas, o generados después localmente.

En cuanto a posibles vectores, en 2015 se analizaron ejemplares de *P. spumarius*, detectándose *X. fastidiosa* en un 8,7% de las muestras. Otros posibles vectores que se analizaron, como *Lepyronia cleopatra* y *Cicadellidae viridis*, resultaron negativos.

SITUACIÓN DE *X. FASTIDIOSA* EN ALEMANIA

En abril de 2016, en el curso de una inspección rutinaria en un invernadero de un pequeño vivero de plantas ornamentales, en Sajonia, se analizó una planta de adelfa en maceta que mostraba síntomas sospechosos, y en ella y, posteriormente, en otra de romero se detectó *X. fastidiosa*. Los muestreos subsiguientes en el mismo invernadero resultaron negativos. La subespecie identificada es *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa*, del tipo genético ST2. De acuerdo a la Decision EU 2015/789, se tomaron inmediatamente medidas oficiales de erradicación, que incluían la destrucción de 14 plantas en maceta de adelfa y olivo del mismo invernadero y la delimitación de un área con una zona tampón que llega a parte del estado vecino de Turingia. Desde entonces se han analizado unas 700 muestras, todas negativas, así como posibles vectores (*P. spuma-*

rius y *Cercopis vulnerata*), también negativos para *X. fastidiosa*, y se continúan haciendo muestreos y análisis de plantas y de posibles vectores.

PRIMERA DETECCIÓN DE *X. FASTIDIOSA* EN ESPAÑA

En el transcurso de inspecciones y análisis rutinarios en Mallorca, en octubre de 2016 se analizaron muestras de un "garden center" al aire libre, y se detectó *X. fastidiosa* en un cerezo dulce mediante dos protocolos de PCR en tiempo real. Tras el posterior envío de las muestras al Laboratorio Nacional de Referencia de Bacterias Fitopatógenas del IVIA, se confirmó el diagnóstico y se detectaron dos plantas más de cerezo infectadas. El análisis, realizado según el protocolo de la EPPO (2016), se completó con el aislamiento de la bacteria en dos medios de cultivo tras 11 días de incubación y reveló que se trataba de *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* tipo ST1.

Los cerezos, que llevaban 4 años en Mallorca y no mostraban síntomas típicos del quemado de hojas que produce *X. fastidiosa*, procedían de un vivero de Tarragona, que a su vez los importó de Holanda. Tras la confirmación de la detección positiva, los cerezos fueron destruidos e inmediatamente se puso en marcha el plan de contingencia del Ministerio de Agricultura (MAPAMA), y se realizaron prospecciones y toma de muestras de plantas huéspedes potenciales en un radio de 100 m alrededor de las plantas infectadas, y se estableció una zona tampón de 10 km.

VECTORES DE *X. FASTIDIOSA*

Se ha demostrado que *X. fastidiosa* se transmite de forma persistente por insectos succionadores del xilema, de las familias Aprocoridae, Cicadellinae y Cercopidae. Una vez adquirida la bacteria al picar en una planta infectada, el vector puede transmitirla a las nuevas plantas de las que se alimente. Los estudios sobre la transmisión de la enfermedad en EE.UU. y Brasil demostraron que la mayoría de las especies locales de dichas familias pueden ser vectores de *X. fastidiosa* y responsables de la diseminación de las enfermedades que causa, en distintas plantas huéspedes. En una revisión de 2010, se citaban 39 especies de 24 géneros como vectores en distintos países, pero con eficiencia de transmisión muy variable. Los vectores considerados los más importantes en EE.UU. pertenecen a los géneros *Cuerna*, *Draeculocephala*, *Graphocephala*, *Hordnia*, *Homalodisca* (principalmente la especie *H. vitripennis*), *Oncometopia* y *Xyphon*; y en Brasil, *Acrogonia*, *Bucephalagonia* y *Dilobopterus*. En Italia, en cambio, el vector más abundante y eficiente en olivo es *P. spumarius*, que en Francia se ha descrito también como positivo para *X. fastidiosa*.

El papel clave de los vectores en la epidemiología de la enfermedad se demostró en la década de 2000 en California, cuando la introducción de un vector muy eficiente en vid, como *H. vitripennis*, con una amplia gama de huéspedes (70 especies) y con capacidad de transmitir incluso en inviernos templados,

hizo que *X. fastidiosa* se convirtiera no solo en un factor mucho más limitante del cultivo de la vid, sino que también causó graves pérdidas en almendro, ciruelo, melocotonero y adelfa.

En Europa, las dos principales especies de Cicadellinae son *Cicadella viridis* y *Graphocephala fennahi*, de las cuales se conoce bastante sobre su ecología y fenología. Entre los insectos que producen espuma, *P. spumarius* es el más conocido, aunque no hay datos sobre su abundancia y fenología en distintos cultivos.

En la península ibérica, el equipo del Dr. A. Fereres (ICA, CSIC, Madrid) está haciendo un estudio en campos de olivo en distintas localizaciones de España y Portugal. Los resultados preliminares indican que las principales especies asociadas a los olivos en estos lugares son *P. spumarius* y *Neophilaenus campestris*, aunque también han encontrado especies menos abundantes como *Lepyronia* sp. y *Cercopis intermedia*. Se encuentran principalmente en huéspedes herbáceos y se han hallado en olivo en bajas densidades poblacionales.

RIESGO DE INTRODUCCIÓN DE *X. FASTIDIOSA* EN PAÍSES DE LA U.E.

EFSA ha realizado evaluaciones del riesgo de *X. fastidiosa* para los países de la U.E., en 2013 y 2015. En ellas se concluye que: a) la bacteria tiene una amplia gama de huéspedes frecuentemente cultivados en los países miembros, b) los cicadélidos europeos son potenciales vectores de la misma, y c) la probabilidad de entrada de *X. fastidiosa* procedente de países que sufren la enfermedad es muy alta con plantas importadas y moderada con insectos vectores. Por ello, la enfermedad tendría graves consecuencias, como ya se ha demostrado en Italia, ya que las pérdidas económicas potenciales serían elevadas y requerirían métodos de control de coste e impacto muy altos, tanto desde el punto de vista medioambiental (con la necesidad de numerosos tratamientos insecticidas) como económico.

Por otra parte, los trabajos realizados en distintos países muestran que un elevado porcentaje de plantas colonizadas por *X. fastidiosa* no muestran síntomas y que muchos huéspedes tardan varios meses o incluso años en mostrar síntomas tras la infección. Además, los síntomas no son específicos en la mayoría de los casos, por lo que se requieren análisis moleculares en laboratorios especializados, siguiendo el protocolo publicado este año por la European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Pero en el mismo ya se señala la dificultad de dichos análisis, debido a la irregular distribución de la bacteria en muchas plantas huéspedes y las bajas poblaciones de la misma en los meses fríos, lo que da origen a falsos negativos en los análisis.

Respecto a las opciones de reducción del riesgo, la EFSA recomienda la prevención de la introducción de material vegetal contaminado y de insectos

vectores. En este sentido se deberían definir claramente las zonas libres en la U.E. y en países terceros (tras intensivas prospecciones y análisis), no autorizar las importaciones de países terceros en los que no se sabe si está presente la bacteria (bien porque no se ha buscado o porque carecen de bacteriólogos y laboratorios adecuados), y limitar al mínimo imprescindible las importaciones de países en los que está presente la bacteria, aunque tengan la documentación en regla y, en algunos casos, usar termoterapia en el material importado, cuando sea posible. Además, en todas las C.C. A.A. se debería realizar una estricta vigilancia de importaciones, viveros y plantaciones, certificación de las plantas, producción en viveros bajo malla para evitar insectos vectores, análisis y control de vectores, análisis de plantas asintomáticas, etc.

Es necesario ser conscientes de que, según lo que hemos aprendido de la experiencia de Italia y las intercepciones realizadas en los últimos años en distintos países europeos, que se comentan a continuación, el riesgo mayor es el de la introducción de planta contaminada de países tanto europeos como terceros con infecciones latentes. En muchos países los certificados fitosanitarios se emiten de acuerdo a inspecciones visuales, y, obviamente, éstas pueden no detectar la bacteria, salvo que haya síntomas claros de la misma, siendo muy frecuentes las infecciones latentes de *X. fastidiosa* en plantas ornamentales y cultivadas que pueden durar hasta varios años.

Graph 4.5 Import of potted plants
(in tonnes, % = share in 2014)

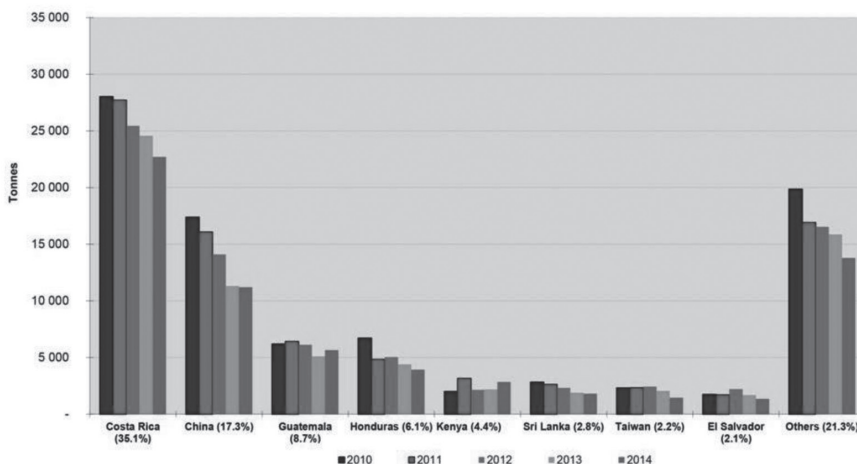


Fig. 7. Importaciones en Europa de plantas en maceta a lo largo de 2010-2014, procedentes de países centroamericanos y asiáticos.

La Figura 7 muestra las importaciones de plantas en maceta a la U.E. en 2010-2014, procedentes de países terceros. En esos años no se analizaba el

material de estos orígenes a *X. fastidiosa* porque se ignoraba el riesgo que suponía su introducción y, una vez dentro de cualquier país de la U.E. con su pasaporte, esas plantas se han movido libremente sin control. En varios de los países de la Figura 7, como en Costa Rica, Guatemala y Honduras *X. fastidiosa* es endémica, tiene una amplísima gama de plantas ornamentales huéspedes. En el caso del olivo en Apulia, los estudios moleculares demuestran que las importaciones de plantas de adelfa y cafeto de Costa Rica han sido muy probablemente las responsables de la introducción del patógeno.

INTERCEPCIONES DE *X. FASTIDIOSA* EN LA U.E.

La detección de *X. fastidiosa* en plantas importadas procedentes de países terceros es básica en la prevención de la introducción, en base a los datos de los posibles orígenes de los focos europeos y a las intercepciones realizadas. Sin embargo, es necesario señalar que estas intercepciones suponen un auténtico desafío logístico y de elevado coste. Además, cuenta con la oposición de numerosos viveristas europeos e importadores de plantas ornamentales, que ven peligrar un saneado negocio que se ha desarrollado enormemente en los últimos años. Ello se explica por los bajísimos costes de producción de planta o de material de multiplicación en países terceros, como los de Centroamérica o distintos países africanos y asiáticos, y ante la permisividad de la legislación de la U.E.

Las plantas de cafeto, muy apreciadas en los países del centro y norte de Europa por su valor ornamental, han sido las más interceptadas, ya que se habían encontrado plantas positivas a *X. fastidiosa* en un invernadero y un mercado de Francia y en 11 lotes procedentes de varios países centroamericanos interceptados en puertos europeos, especialmente en Holanda, tan solo en dos semanas de inspecciones intensivas realizadas en 2014.

Además, en 2016 se interceptaron también en Italia, pero en el norte, cuatro plantas de cafeto importadas de Costa Rica a través de Holanda e infectadas con *X. fastidiosa*, pero con tres nuevos tipos de secuencia, que se agrupan con diferentes subespecies de *X. fastidiosa*, lo que da idea también del riesgo constante de introducción en Europa de diversidad genética adicional de este patógeno, muy especialmente con plantas ornamentales importadas.

En este sentido, en el Laboratorio Nacional de Referencia, se ha identificado *X. fastidiosa* en 2016 en esquejes de geranio (*Pelargonium* sp.) procedentes de Méjico, que fueron devueltos a su origen al detectarse la bacteria. Y además se ha comprobado la importación frecuente en España de esquejes de muy variadas especies de plantas ornamentales de países centroamericanos y africanos o asiáticos. Desde 2016 se analizan en dicho Laboratorio, pero resulta obvio que el análisis de una muestra de 1g de hojas de cada lote importado no puede garantizar totalmente la sanidad de todas las plantas del mismo lote.

PREVENCIÓN DE LA INTRODUCCIÓN DE *X. FASTIDIOSA* EN LA U.E. Y EN ESPAÑA

La U.E. ha sido muy rápida en legislar las normas necesarias para la prevención de *X. fastidiosa* en los países miembros, tras ser consciente de que la carencia de una legislación específica respecto a las importaciones de plantas de países terceros había sido responsable de la introducción de la enfermedad en Apulia. Por ello, tras la inesperada notificación de la detección de la bacteria en octubre de 2013, se publicaron las siguientes normativas: Preliminary EU measures (Decision 87/2014/EU), seguidas de las Detailed EU measures (Decision 497/2014/EU) y de las Strengthened EU measures (Decision (EU) 789/2015) y el Update of Decision (EU) 789/2015, todos basados en rigurosas evaluaciones y ensayos coordinados por la European Food Safety Authority (EFSA).

Por ello, tras todos estos decretos, la mayoría de los países europeos, entre ellos España, han diseñado planes de contingencia, más o menos completos, que presentan en muchos casos el problema de la falta de fondos específicos para ser llevados a cabo.

En la U.E., la legislación sobre la necesidad de análisis del material importado procedente de países terceros y de prospecciones en todas las posibles plantas huéspedes, o al menos en los cultivos estratégicos en cada país y en plantas trampa como *P. myrtifolia*, comenzaron en 2015, pero posiblemente los casos positivos detectados representan solo una minoría de los reales. Por ello, desde la Asociación Española de Sanidad Vegetal (AESaVE) y el Laboratorio Nacional de Referencia de Bacterias Fitopatógenas se insiste en que es esencial que se realicen prospecciones en todas las C.C. A.A., que se disponga de laboratorios especializados en las mismas y que se sea consciente de que éste es un caso claro en el que prevenir es mejor que curar, ya que *X. fastidiosa* es mucho más que un patógeno causante de graves pérdidas en los olivos del sur de Italia.

NECESIDAD DE INCREMENTAR LA INVESTIGACIÓN SOBRE *X. FASTIDIOSA*

La investigación sobre *X. fastidiosa* en España hasta 2015 ha sido muy reducida, ya que se había limitado prácticamente a aspectos relacionados con la diversidad de las cepas de esta especie, los vectores potenciales y los métodos de diagnóstico y detección de la misma realizados básicamente en el IAS-CSIC de Córdoba, el ICA-CSIC de Madrid, el IRTA de Barcelona y el IVIA de Valencia.

Desde 2014 el IAS-CSIC, el IAC-CSIC y el IVIA participan en el proyecto POnTE y desde 2016 en el XF-ACTORS, ambos financiados por la U.E. Sin embargo, resulta sorprendente y preocupante que, según la información de

que disponemos, no hay organismos españoles públicos o privados que estén actualmente financiando investigaciones sobre esta bacteria que supone una amenaza real para nuestra agricultura y ello a pesar de su enorme impacto mediático.

La EFSA, ya en 2013 y de nuevo en 2015, ha recomendado la intensificación de la investigación sobre *X. fastidiosa* en Europa, especialmente en los aspectos relacionados con su gama de huéspedes, epidemiología y control, particularmente en Italia. Sin embargo, la inesperada reciente detección de otras subespecies de la bacteria en Francia, Alemania y España, con situaciones muy distintas en cada uno de estos países, hace que en toda la U.E. se deban dedicar recursos específicos a investigar sobre los riesgos y problemas concretos que plantea esta bacteriosis y los mejores métodos para abordarlos.

Es necesario ser conscientes del limitado conocimiento actual sobre la diversidad genotípica y la virulencia y huéspedes de *X. fastidiosa*. Se conocía la frecuente recombinación homóloga entre cepas de esta especie, lo que convierte su taxonomía en extremadamente dinámica, por lo que la gama de huéspedes, o incluso la biología de nuevos genotipos como el de la cepa encontrada en olivo en Italia, resultaban a priori desconocidos.

CONCLUSIONES

Hasta 2013 se consideraba que *X. fastidiosa* no estaba presente en países de la U.E., pero esta afirmación era posiblemente demasiado optimista, ya que tampoco se buscaba intensivamente la bacteria en ningún país, salvo algunas excepciones y en algún cultivo como la vid. Es presumible que haya habido muchas más introducciones de las señaladas, pero que hayan pasado desapercibidas al no tener todavía serias consecuencias económicas.

Ahora *X. fastidiosa* ya ha sido detectada en España, lo que, junto a las detecciones recientes en Francia y Alemania, demuestra que cuando se busca intensivamente esta bacteria, en la época apropiada y con los métodos de diagnóstico más sensibles, se encuentra. Se trata de un patógeno anunciado, ya que nuestro país ha importado y sigue importando plantas procedentes de países que sufren la enfermedad sin que la sanidad de dichas plantas pueda estar garantizada, a pesar de tomarse muestras más o menos representativas de los lotes importados, que luego son analizadas, cumpliendo la legislación europea.

Como el único factor actualmente conocido que limita la diseminación de *X. fastidiosa* es el frío invernal, como señalan las evaluaciones de riesgo (en las zonas con temperaturas mínimas anuales inferiores a -8°C no se ha detectado la bacteria), sus daños potenciales serían muy importantes, especialmente en las zonas españolas de clima más templado.

Desde el punto de vista de las posibles plantas huéspedes, su amplia gama y la gravedad de los daños causados recientemente en huéspedes como el olivo, en Italia (pero no en este cultivo en California, donde solo se había citado esporádicamente), hacen pensar que su impacto real en distintas zonas es imprevisible con la información actualmente disponible, ya que dependerá en cada caso de las subespecies de *X. fastidiosa* introducidas, los vectores presentes, la abundancia de los más eficientes en la transmisión y sus preferencias alimenticias entre los cultivos de cada zona.

Es necesario actuar intensiva y coordinadamente para proteger la agricultura europea, y en particular la española, de la amenaza de *X. fastidiosa*. Una legislación adecuada y el cumplimiento riguroso de la misma, planes de contingencia y de prevención adaptados a las circunstancias locales, programas de inspección, prospección y análisis, colaboración entre países y entre C.C. A.A., fomento de la investigación interdisciplinar, rapidez y transparencia en la información y comunicación, así como flujo de información y cooperación entre todos los sectores implicados, son los pilares sobre los que se debe asentar una buena planificación para abordar el riesgo que supone *X. fastidiosa*.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente su financiación y apoyo como Laboratorio Nacional de Referencia de Bacterias Fitopatógenas. A Diego Olmo, Blanca Landa y Miguel Montes-Borrego por su imprescindible participación en la primera detección de *Xylella fastidiosa* en España y su posterior caracterización. Al proyecto europeo POnTE (*Pest Organisms Threatening Europe*) que se enmarca en el programa de investigación e innovación H2020.

REFERENCIAS

- Almeida, R.P.P., & Nunney, L. (2015). How do plant diseases caused by *Xylella fastidiosa* emerge? *Plant Disease*, <http://dx.doi.org/10.1094/PPDIS-02-15-0159-FE>.
- Almeida, R.P.P., Blua, M.J., Lope, J.R.S., & Purcell, A.H. (2005). Vector transmission of *Xylella fastidiosa*: applying fundamental knowledge to generate disease management strategies. *Annals of the Entomological Society of America*, 98, 775-786.
- Bergsma-Vlami, M., van de Bilt, J.L.J., Tjou-Tam-Sin, N.N.A., van de Vossen-berg, B.T.,L.H., & Vestenberg, M. (2015). *Xylella fastidiosa* in *Coffea arabica* ornamental plants imported from Costa Rica and Honduras in The Netherlands. *Journal of Plant Pathology*, 97, 395.
- Cariddi, C., Saponari, M., Boscia, D., De Stradis, A., Loconsole, G., Nigro, F., Porcelli, F., Potere, O. & Martelli, G.P. 2014. Isolation of a *Xylella fastidiosa*

- strain infecting olive and oleander in Apulia, Italy. *Journal of Plant Pathology* 96: 425-429.
- European Plant Protection Organization (2016). PM 7/24 (2) *Xylella fastidiosa*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 46 (3): 463–500.
- European Food Safety Authority (2012). Special issue: Risk assessment in support of plant health. *EFSA Journal* 2012;10(10):s1012. [8 pp.].
- European Food Safety Authority (2013). EFSA Scientific Committee, 2014. Statement of EFSA on host plants, entry and spread pathways and risk reduction options for *Xylella fastidiosa* Wells et al. *EFSA Journal*, 11 (11): 3468, 50 pp.
- European Food Safety Authority (2015a). Scientific Opinion on the risks to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal*, 13, 3989 (262 pp). doi:102903/j.efsa.2015.3989.
- European Food Safety Authority (2015b). Categorisation of plants for planting, excluding seeds, according to the risk of introduction of *Xylella fastidiosa*. *EFSA Journal* 13, 4061.
- European Food Safety Authority (2015a). Scientific Opinion on Hot water treatment of *Vitis* sp. for *Xylella fastidiosa*. *EFSA Journal*, 13, 4225 (10 pp). doi:10.2903/j.efsa.2015.4225.
- European Food Safety Authority (2016). Recent developments in the risk assessment of chemicals in food and their potential impact on the safety assessment of substances used in food contact materials. *EFSA Journal* 2016;14(1):4357 [28 pp.].
- Hopkins, D.L. & Purcell, A.H. 2002. *Xylella fastidiosa*: Cause of Pierce's disease of grapevine and other emergent diseases. *Plant Disease* 86: 1056-1066.
- Janse, J.D., Obradovic, A. 2010. *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology* 92: 35-48.
- Legendre, B., Mississipi, S., Oliver, V., Morel, E., Cruzillat, D., Durand, K., Portier, P., Poliakoff, F., & Jacques, M.A. (2014). Identification and characterisation of *Xylella fastidiosa* isolated from coffee plants in France. *Journal of Plant Pathology*, 96, S4.100. Google Scholar.
- Loconsole, G., Boscia, D., Palmisano, F., Savino, V., Potere, O., Martelli, G.P., & Saponari, M. (2014). A *Xylella fastidiosa* strain with unique biology and phylogeny is associated with a severe disease of olive in Southern Apulia. *Journal of Plant Pathology*, 96, S4.38. Google Scholar.
- Loconsole, G., Potere, O., Boscia, D., Altamura, G., Djelouah, K., Elbeaino, T., Frasher, D., Lorusso, D., Palmisano, F., Pollastro, P., Silletti, M.R., Trisci-

- uzzi, N., Valentini, F., Savino, V. & Saponari, M. (2014). Detection of *Xylella fastidiosa* in olive trees by molecular and serological methods. *Journal of Plant Pathology* 96: 1-74.
- Loconsole, G., Saponari, M., Boscia, D., D'Attoma, Morelli, M., Martelli, G.P. & Almeida, R.P.P. (2016). Intercepted isolates of *Xylella fastidiosa* in Europe reveal novel genetic diversity. *Journal of Plant Pathology* 146: 85-94.
- López, M.M. & Marco-Noales, E. (2016). Prevención de la clorosis variegada de los cítricos causada por *Xylella fastidiosa*. *Phytoma* 284: 44-47.
- Martelli, G.P., Boscia, D., Porcelli, F., & Saponari, M. (2015). The olive quick decline syndrome in south-East Italy: a threatening phytosanitary emergency. *European Journal of Plant Pathology*.doi:10.1007/s10658-015-0784-7.
- Nunney, L., Yuan, X., Bromley, R.E.; & Stouthamer, R. (2012). Detecting genetic introgression: high levels of intersubspecific recombination found in *Xylella fastidiosa* in Brazil. *Applied and Environmental Microbiology*, 78, 4702-4714.
- Nunney, L., Ortiz, B., Russell, S.A., Ruiz Sa, R., & Stouthamer, R. (2014a). The complex biogeography of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*: genetic evidence of introductions and subspecific introgression in Central America. *PloS One*, 9, e112463.
- Purcell, A.H. (1977). *Xylella fastidiosa*, a regional problem or global threat? *Journal of Plant Pathology*, 79, 99-105.
- Rathé, A.A., Pikington, L.J., Gurr, G.M., Hoddle, M.S., Daugherty, M.P., Constable, F.R., Luck, J.E., Powell, K.S., Fletcher, M.J., & Edwards, O.R. (2012). Incursion preparedness: anticipating the arrival of an economically important plant pathogene *Xylella fastidiosa* Wells (proteobacteria: xanthomonadaceae) and the insect vector *Homalodisca vitripennis* (germar) (hemiptera: cicadellidae) in Australia. *Austral Entomology*, 51, 209-220.
- Saponari, M., Boscia, D., Nigro, F., & Martelli, G.P. (2013). Identification of DNA sequences related to *Xylella fastidiosa* in oleander, almond and olive trees exhibiting leaf scorch symptoms in Apulia (Southern Italy). *Journal of Plant Pathology*, 95, 668.
- Saponari, M., Loconsole, G., Cornara, D., Yokomi, R.K., De Stradis, A., Boscia, D., Bosco, D., Martelli, G.P., Krugner, R., Porcelli, F. (2014). Infectivity and transmission of *Xylella fastidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *Journal of Economical Entomology* 107:1316-1319.

MAYETIOLA DESTRUCTOR. ESTRATEGIAS DE CONTROL

**Alejandro Castilla Bonete, Manuel A. Delgado Casas,
Enrique Canseco Merino**
IFAPA Las Torres-Tomejil

INTRODUCCIÓN

El “mosquito del trigo” o “mosca de Hesse” (*Mayetiola* spp) es un díptero parásito del que se describen varias especies, teniendo cada una de ellas preferencia por una especie de cereal huésped.

En el caso de ***Mayetiola destructor* (Say)**, especie con mayor presencia en la zona occidental de Andalucía, son el **trigo duro y blando** su hábitat principal y en el que la hembra es capaz de realizar mayores puestas. Esta preferencia no implica que no lo podamos encontrar en cultivos de cebada, centeno o triticale.

En 1896 fue reconocido como plaga en España. Este díptero convive con los cultivos cada campaña, se le considera plaga secundaria, pero si las condiciones abióticas le favorecen, su presencia aumenta notablemente, convirtiéndose en un problema importante en los cereales.

Su presencia y severidad ha aumentado notablemente en las provincias occidentales de Andalucía en los últimos años, sobre todo en su generación de otoño. Hace 3 campañas (2012-2013) vivimos un aumento de la población de mosquito, debido a las suaves temperaturas, que hizo saltar la alarma, pero gracias a las copiosas lluvias y la bajada de la temperatura a finales del invierno, la plaga se frenó, se recuperó el cultivo y no causó grandes pérdidas. En la pasada campaña se han repetido similares condicionantes, como la falta de frío y escasez de lluvias en otoño e invierno, lo que ha disparado los niveles de la población de *Mayetiola*. Este aumento de población junto al estrés hídrico, que conlleva déficit de nutrientes, acortamiento del ciclo e incapacidad de recuperación frente a la generación otoñal, han causado pérdidas en la cosecha de cereales de hasta el 80% en algunas parcelas y del 50% de la producción de trigo blando en la provincia de Sevilla (Avance se Superficies y producciones Septiembre 2016 CAPDER).

DESCRIPCIÓN

En España se citan al menos tres especies que afectan a los cereales: *Mayetiola destructor* Say ataca principalmente al trigo y a veces al centeno, *Mayetiola mimeuri* Mesnil a la cebada y *Mayetiola avenae* Marchal a la avena.

El mosquito del trigo (*Mayetiola destructor* Say), es de la familia Cecidomyiidae. El **adulto** de la generación otoñal suele detectarse tras las primeras lluvias. Es oscuro, de 3-4 mm, cabeza aplanada, alas ahumadas y patas largas. Las anteras poseen una longitud mayor que la cabeza y el tórax juntos. Suelen aparecer en su abdomen 2 bandas rojizas. La hembra es más grande que el macho. Se acoplan nada más emerger, tras lo que la hembra comienza la puesta, siendo la media de esta de 200 huevos, pudiendo llegar hasta los 600. El adulto no se alimenta, vive durante 4-5 días, incluso 6 días si hay humedad, de los que 2-3 días la hembra permanece ovopositando. El vuelo del adulto es bajo, cerca del cultivo y su dispersión ha sido estudiada detenidamente por Winthers y Harris (1997). Dada su efímera vida, en la mayoría de ocasiones no suelen alejarse del lugar donde han emergido, aunque en días de viento, utilizando las corrientes de aire, los adultos se pueden dispersar a más de 8 kilómetros hasta alcanzar otra planta huésped (Barnes, 1956).

Los **huevos** son alargados, naranjas, de unos 0,1-0,5 mm y se disponen alineados con la nervadura en el haz de la hoja. La duración de esta fase es variable, pudiendo oscilar entre 3-15 días generalmente, dependiendo sobre todo de las temperaturas. Suelen eclosionar por la tarde-noche. En condiciones de falta de humedad o altas temperaturas (superiores a 20°C) huevos y larvas de la hoja pueden morir, por ser esta fase muy sensible a la desecación. Este factor, unido a la relación "alta humedad- mayor puesta de huevos" favorece en nuestra zona un mayor número de individuos en la generación de otoño respecto a la de primavera, ya que las primaveras cortas provocan alta mortandad en esta fase.

La **larva** es alargada, hialina y ápoda en su fase móvil. Tras emerger reptar por el haz, se introduce entre la vaina y el tallo y desciende hasta encontrar un nudo. Este estadio puede durar 12-15 horas. Tras fijarse comienzan la fase de nutrición; la larva no tiene poder de penetración en el tallo, sino que segrega enzimas (saliva rica en galacturonasa) que adelgazan la pared del tallo hasta absorber la savia. Este estadio inmóvil de nutrición dura 2-3 semanas con temperaturas altas y se prolonga hasta 2 meses con bajas temperaturas. En este período su color se torna verdoso- blanquecino y alcanza los 4 mm. Los daños ocasionados en esta fase en la generación otoñal dependerán principalmente del estado fenológico del trigo; plantas cercanas a formar el primer nudo sufrirán debilitamiento, mientras que plantas a principios de ahijado generalmente sufren amacollamiento y pierden hijos. La respuesta de la planta dependerá de su capacidad de ahijamiento, así como del agua y alimento (nutrientes) disponible para hacerlo.

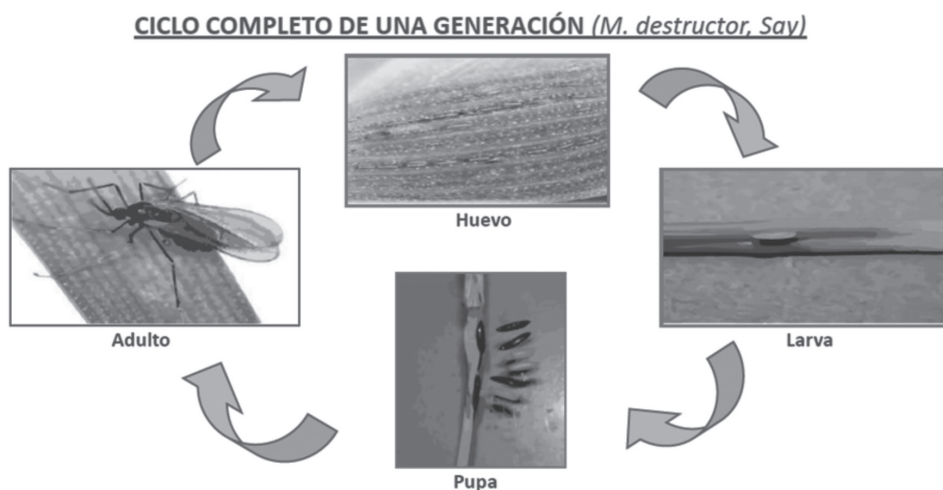
La **pupa** o "semilla de lino" es de color pardo, ovalada, extremos apuntados, de unos 4 mm y es la fase más característica para el diagnóstico de la plaga. Formada por un pupario que alberga la larva en su interior y le permite girarse para favorecer la salida al adulto tras la eclosión. El estado de pupa en condiciones óptimas suele durar entre 7-20 días, sin embargo, debemos recordar

que esta es la fase de resistencia de la especie, por lo que en condiciones desfavorables la larva entra en "diapausia" (hiberna) siendo esta la fase en la que puede perdurar hasta 4 años, esperando las condiciones favorables para eclosionar.

SÍNTOMAS Y DAÑOS

Los daños más graves se registran en las primeras fases de crecimiento del cultivo, hasta el ahijado. Los primeros síntomas son un debilitamiento de la planta, comienza a amarillear por el extremo de las hojas y termina por secarse, reduciendo notablemente el número de hijos por planta. En estados más avanzados del cultivo, el crecimiento se retrasa y se dificulta el llenado del grano, reduciéndose el peso de la espiga y los rendimientos en la cosecha. La zona de la planta en la que penetra la larva o se ancla la pupa, se debilita y se hace más sensible a la acción del viento y otras condiciones adversas, pudiéndose tronchar la caña e imposibilitando la recolección de las espigas que caen al suelo.

CICLO BIOLÓGICO



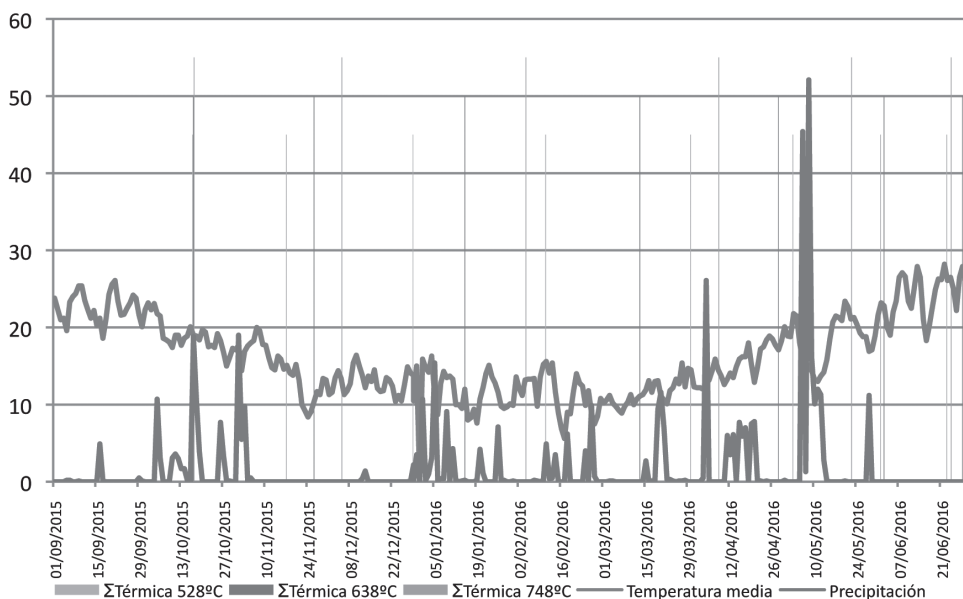
La duración del ciclo oscilará por tanto entre 20 días en condiciones óptimas y un máximo de 4 años en condiciones adversas. Dependiendo de la climatología de la zona pueden encontrarse hasta 5 generaciones anuales de la especie.

Las primeras lluvias de otoño rompen el estado de diapausia en que se encuentran las larvas intrapupales estiantes, induciendo su evolución a adultos; no obstante hay una fracción pequeña de esta población que permanece en diapausia hasta la primavera, fracción que afecta a la práctica totalidad de la población estiante cuando los otoños son secos. La generación otoñal vuelve

a entrar en fase letárgica intrapupal por el frío y la sequía, permaneciendo en ella hasta el final del invierno, determinando de nuevo, con las lluvias, la generación primaveral (Alfaro, 1954).

Un dato climático de gran valor es obtenido por BUNTIN Y CHAPÍN (1990), quienes afirman que para que se complete el desarrollo de una generación son necesarios **638 ±110 grados centígrados-día**.

Climograma de la Campaña 2015 - 2016



En el gráfico se puede observar, que en función de las temperaturas medias y atendiendo a los °C-día para completar el ciclo vital del mosquito, se presentan hasta 5 generaciones en esta Campaña según la integral de 528°C (638-110°C-día)

INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO

Los campos que deben ser revisados para detectar signos y síntomas del mosquito se harán a principios de octubre y noviembre. Las infestaciones pueden concentrarse en los márgenes de las parcelas. Hay que prestar especial atención a cualquier planta espontánea de trigo. Al ataque, las plantas se atrofian con hojas engrosadas y con frecuencia son de un verde más oscuro en comparación con las plantas no infestadas. Arrancar plantas y buscar tallos muertos o moribundos. Pelar las hojas en su punto de unión con el tallo y buscar las pupas. En primavera, se evalúan los daños de mejor manera, a la vez que madura el trigo, puesto que la sintomatología es la aparición de espigas blancas.

La pérdida de rendimiento puede ser estimada contando las plantas infestadas. A partir del 10% de plantas infestadas en una parcela superamos el umbral de daño y por consiguiente una pérdida significativa de producción.

ESTRATEGIAS DE CONTROL

Una vez que se constata la presencia del mosquito del trigo en una explotación, **no existen medidas fitosanitarias efectivas para su control**, según ha podido consultarse en bibliografía procedente de zonas donde esta plaga es endémica y en las cuales se han realizado los principales trabajos de investigación y experimentación al respecto.

Esta dificultad de control radica en que esta plaga tiene varias generaciones al año y en la propia biología del insecto que dificulta su control. El adulto y la larva permanecen expuestos a los tratamientos por un periodo de tiempo muy limitado que unido a la dificultad de elegir el momento idóneo de una aplicación con las puestas tan escalonadas hacen prácticamente imposible la viabilidad del control químico debido a su escasa persistencia y a la escasa rentabilidad actual del cultivo.

Cuando en el cultivo se detectan más del 10% de plantas afectadas, se supera el umbral de daño y se deben de tomar medidas para la siguiente Campaña que a continuación se numeran:

Control Biológico

Se conocen diversos himenópteros parasitoides depredadores de las pupas. Los insectos *Meraporus graminicola* y *Homoporus destructor* son dos ejemplos de la familia Pteromalidae, y el insecto *Eupelmus microzonus* de la familia Eupelmidae. Estos himenópteros actúan sobre las pupas principalmente tras la recolección, en el periodo estival, aconsejándose retrasar el laboreo para permitir el parasitismo de las mismas.

Resistencia Genética

Probablemente utilizar variedades resistentes y/o tolerantes a esta plaga sea el método menos costoso y más sostenible para las explotaciones cerealistas. Han sido identificados al menos 33 genes de resistencia a *Mayetiola destructor* Say, con los nombres H1 a H32 y Hdic. Como ejemplo el gen H27 que confiere resistencia a *Mayetiola*, situado en el cromosoma 4MV y procedente de *Aegilops ventricosa*, ya ha aportado esta resistencia en programas de mejora en España, llevados a cabo por el Servicio de Investigación y desarrollo tecnológico de la Junta de Extremadura y la Universidad de Lleida. Fruto de dicho programa la variedad de trigo blando Maguilla fue registrada en el año 2012.

Prácticas de cultivo

El objetivo de las prácticas culturales es romper el ciclo biológico del mosquito o bien fortalecer el cultivo frente la plaga, con el objetivo de minimizar los efectos de la misma.

Quema de rastrojos: La investigación sugiere que algunas pupas que residen por encima de la superficie del suelo pueden ser destruidas mediante incineración o pastoreo intensivo, pero las que yacen en la superficie de la corona o por debajo de la superficie del suelo suelen sobrevivir a la quema o pastoreo. Del Moral et al (1994) demostraron que, en algunos casos, no existe diferencia entre la quema y la no quema en cuanto a la viabilidad de las pupas en campo.

Enterrado de rastrojos: El mosquito pasa el verano en estado de pupa en el rastrojo, la incorporación de rastrojo de trigo en el suelo a una profundidad de aproximadamente 10 centímetros puede reducir la viabilidad de las pupas casi al 100%.

Fechas de siembra: Con el objeto de romper el ciclo del insecto si se retrasan las siembras la probabilidad de infestación del campo se reduce, al no encontrar el mosquito planta hospedante sobre la que desarrollarse. Por desgracia, debido a los patrones tan diversos del clima durante el invierno las siembras y la aparición del mosquito se escalonan y si no hay estrategia global de retrasar las siembras esta práctica no tendría razón de ser.

Gestión del rebrote: La investigación muestra (Royer et al. 2009) que el trigo espontáneo, si se permite que persista, puede ser una fuente de infestaciones del mosquito o de limpieza de campos cultivados (utilizándolo como cultivo trampa), ya que pueden ser una fuente de una "generación extra de mosquito" que emerge del trigo espontáneo para infestar un campo después de haber iniciado la aparición de plantas del nuevo cultivo. Por lo tanto, si enterramos el trigo emergido (mínimo 2 semanas antes de la siembra), se puede romper el ciclo de la plaga.

Rotación de cultivos: La producción de trigo continua, sirve como una fuente de alimento constante para el mosquito. Puesto que es el alimento obligado y no puede sobrevivir en otros cultivos como el maíz, el sorgo, soja, colza o girasol. Los cultivos no hospedantes deben rotarse con trigo cuando sea posible. La rotación de cultivos no sólo reducirá la presencia del mosquito, sino que también reducirá la incidencia y gravedad de varias enfermedades del trigo y mejorar el rendimiento del trigo en muchos casos (Tom A. Royer et al. 2009)

Fertilización: El abonado de fondo puede permitir que las plantas crezcan más vigorosas y no sean tan vulnerables a la plaga, siempre y cuando éstas dispongan de agua para absorber los nutrientes aportados.

Un abonado de cobertera nitrogenado favorece el ahijamiento, por lo que tras un primer ataque de la plaga permitiría la aparición de nuevos hijos.

Control químico

Dentro del control químico se podrían diferenciar los tratamientos insecticidas de semilla y los tratamientos en pulverización sobre el cultivo.

Tratamientos de semilla: Los tratamientos de semilla son a nivel mundial una herramienta muy utilizada frente al mosquito, sin embargo sólo son eficaces frente a la primera generación, y debido a su poca persistencia son más efectivos cuando se retrasan las siembras. Muchos de los tratamientos utilizados en otros países no están registrados en España. Actualmente y gracias a la ampliación de uso a petición de la administración andaluza, ya está registrado un producto para tratamiento de semillas frente a mosquito. El producto es ESCOCET (Imidacloprid 35%).

Tratamientos foliares: Los tratamientos con insecticidas en primavera, según se desprende de diversos ensayos, tiene una efectividad baja. Tratamientos preventivos con el trigo en estado de dos o tres hojas, tienen cierta efectividad frente al primer ataque de *Mayetiola*, sin embargo este momento ocurre normalmente en época de lluvias que impedirían el acceso a las parcelas para realizar el tratamiento. Además, los tratamientos foliares pueden tener una incidencia negativa sobre la fauna auxiliar siendo más perjudiciales que beneficiosos. A fecha de esta publicación, en España no existe ningún tratamiento autorizado para la aplicación foliar de insecticida.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- J. DEL MORAL, M. GALLEGRO, D. CASADO, V. CHICA, A. MEJÍAS Y A. CHACÓN, 1994.- *Mayetiola destructor* Say. (IV) Estudio sobre la fitotécnica del cultivo de trigo relacionada con el parásito.- B.S.V.P., 20: 221-227
- J. DEL MORAL, M. GALLEGRO, D. CASADO y V. CHICA, 1994.- *Mayetiola destructor* Say.(II) Aproximación a su ciclo biológico en Badajoz y estudio morfológico para diferenciarla de *Mayetiola mimeuri* Mesnil.- B.S.V.P., 20: 199-210
- M. ALVARADO, J. M. DURÁN, A. SERRANO y A. DE LA ROSA, 1992.- Contribución al conocimiento del mosquito del trigo, *Mayetiola destructor* Say, en Andalucía Occidental. Bol. San. Veg. Plagas, 18:175-183
- J. M. DURAN, M. ALVARADO, A. SERRANO y A. DE LA ROSA, 1992.- Estudio de algunas medidas de lucha contra el mosquito del trigo, *Mayetiola destructor* Say, en Andalucía Occidental.- Bol. San. Veg. Plagas, 18:185-191
- HANEM MAKNI, DHIABOUKTILA, MAHAMEZGHANI, AND MOHAMED MAKNI, 2011.-Hessian fly, *mayetiola destructor* (say), populations in the north of

- tunisia: virulence, yield loss assessment and phenological data.- Chilean journal of agricultural research 71(3) july-september
- J. RYAN, M. ABDEL MONEM, J.P. SHROYER, M. EL BOUHSSINI, M.M. NACHIT, 1998.- Potential for nitrogen fertilization and Hessian fly-resistance to improve Morocco's dryland wheat yields.- European Journal of Agronomy 8 153-159
- J. W. CHAPIN, 2008.- HESSIAN FLY "A Pest of Wheat, Triticale, Barley and Rye".- Department of Entomology, Soils, and Plant Sciences, Clemson University, Edisto Res. & Ed. Center, 64 Research Road, Bl.
- TOM A. ROYER, JEFF EDWARDS, KRISTOPHER L. GILES.-2009- Hessian Fly Management in Oklahoma Winter Wheat.- Division of Agricultural Sciences and Natural Resources Oklahoma State University (EPP-7086-4)
- JOAQUIN GARCIA DE OTAZO LOPEZ, 1986.- Mayetiola, nefasia y zabrus, en los cereales de invierno.- Hojas Divulgadoras Núm. 7/86 HD Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación
- WINTHERS TM, HARRIS MO, 1997: Influence of wind on Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) flight and egg laying behavior. New Zeland. Environmental Entomology, 26 (2): pp 327-333. .
- RJ GAGNE, JH HATCHETT, 1989: Instars of the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). USA. Annals of the Entomological Society of America, 84 (4): pp 436-443.
- A. MARTIN GIL, J.A. LEZÁUN SAN MARTIN. 2015- Guía de Gestión integrada de plagas.- Cereales de invierno.- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: pp 81-83
- E. CANSECO MERINO, A. CASTILLA BONETE, E. DE LA HERRRANZ PÉREZ, M. DELGADO CASAS. 2016.- El mosquito del trigo en Andalucía (*Mayetiola destructor* Say). Ciclo biológico y medidas de control. .- JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

FITOPATOLOGIA FRUTOS ROJOS Y PROBLEMAS ASOCIADOS AL MOVIMIENTO DE MATERIAL VEGETAL.

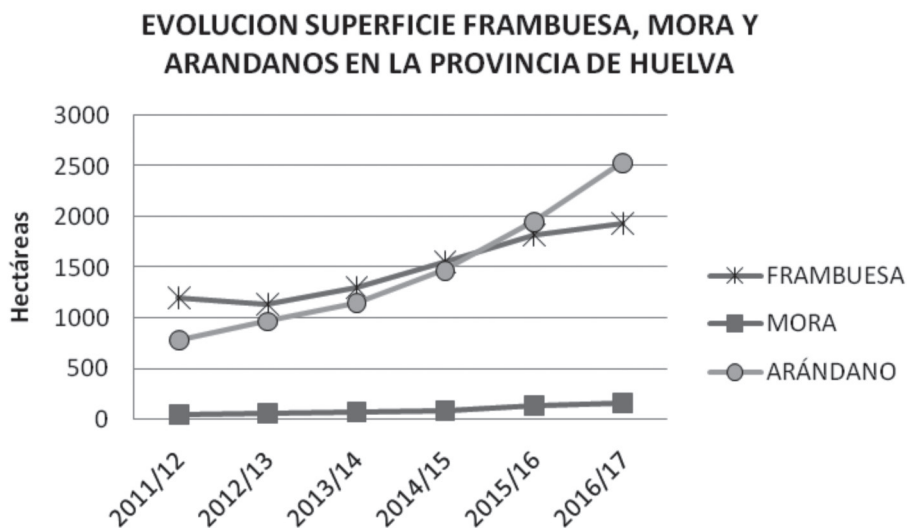
Pablo Alvarado Aldea

Responsable del Área de Entomología del Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Huelva. Agencia de Gestión Agraria y Pesquera. Junta de Andalucía.

SITUACIÓN

Desde principios de los años 60 en que se inició la fresa, no es hasta mediados de los años 90 que empezó a desarrollarse el cultivo de los arándanos, frambuesas y moras como estrategia de diversificación y alternativas al cultivo de la fresa. Los inicios de estas tres alternativas fueron muy discretos, evolucionando muy lentamente, pero en estos últimos 5 años, el cultivo del arándano y de la frambuesa han experimentado un fuerte ascenso, sobre todo en el caso del arándano, que ha cuadruplicado su superficie desde 2010.

Gráfico 1. Evolución de la superficie de mora, frambuesa y arándanos.



Para esta campaña 2016 se estima, según datos de Freshuelva, una superficie de 1932 has de frambuesa, 2538 has de arándanos, 160 has de mora, y 5400 has de fresa.

No se puede poner en duda el enorme valor que tienen los frutos rojos como motor económico para la provincia de Huelva, lugar donde se cultivan la mayoría de los frutos rojos de Andalucía y de España, con algunas excepciones.

En la **Tabla 1**, aparecen recogidas las toneladas y el valor de las exportaciones de Fresas, frambuesas, moras y arándanos para Andalucía en 2015. (Fuente: Fepex)

Tabla 1. Exportaciones en Andalucía de Frutos rojos.

	Tn	% cuota/ nacional	Valor en €	% cuota/ nacional
ARÁNDANO	27.402	90,58	196.679.954	94,20
FRAMBUESA	28.973	91,65	214.282.420	91,04
FRESA	234.035	82,67	445.446.740	81,19
MORA	1.527	46,91	11.107.505	79,93

LOS PLAGUICIDAS COMO HERRAMIENTAS DE LUCHA.

La frambuesa, mora y arándanos son considerados Cultivos Menores a nivel nacional (Reglamento UE 752/2014), y como la mayoría de ellos, presentan la problemática de tener un número de productos fitosanitarios muy reducido para luchar contra las plagas y enfermedades; hecho especialmente patente durante estos últimos años debido a la caída de productos fitosanitarios con la nueva normativa europea.

Tabla 2. Productos insecticidas/ acaricidas autorizados en 2016 para arándanos, moras y frambuesas.

INSECTICIDAS / ACARICIDAS	FRAM- BUESA	MORA	ARANDA- NOS	PLAGA
Abamectina	x	x		Araña roja
Azadiractin	x	x	x	Orugas, pulgones, trips
BT Kurstaki	x	x	x	Orugas
Cipermetrin	x	x		Mosca del vinagre, Orugas y Pulgones
Clofentezin	x			Araña roja
Deltametrin 0,03%	x	x	x	Mosca de la fruta.
Hexitiazox	x	x		Araña roja
Indoxacarb	x			Orugas
Lambda cihalotrin 0,0015%	x			Pulgones

INSECTICIDAS / ACARICIDAS	FRAMBUESA	MORA	ARANDANOS	PLAGA
Lambda cihalotrin 10%	x			Xylófagos, Orugas, Pulgones y coleópteros
TOTAL M.A x CULTIVO	10	6	3	

Tabla 3. Productos fungicidas autorizados en 2016 para arándanos, moras y frambuesas.

FUNGICIDAS	FRAMBUESA	MORA	ARANDANOS	PLAGA
Clortalonil			x	Antracnosis, Botritis, septoriosis
Miclobutanil			x	Oidio
Aceite de naranja	x			Oidio
Carbonato de H. de K	x			Oidio
Ciprodinil + Fludioxinil	x	x		Botritis, phoma y mancha purpura
Fenhexamida	x			Botritis
Difenoconazol	x	x		Antracnosis, oidio y roya
Penconazol	x	x		Oidio
Piraclostrobin + Boscalida	x	x	x	Botritis y Oidio
TOTAL M.A x CULT	7	4	3	

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Desde su introducción en la provincia estos cultivos no han presentado graves problemas desde el punto de vista fitosanitario, pero en los últimos años, coincidiendo con su expansión y la llegada de nuevas variedades, han aumentado las consultas realizadas por los técnicos al Laboratorio de Sanidad Vegetal de Huelva (a partir de ahora LPSVH), detectándose nuevas plagas para los cultivos y mayor incidencia de algunas ya conocidas.

En la **Tabla 4, 5, y 6** se recogen todas las plagas de frambuesas, arándanos y moras detectadas en el LPSVH a partir de consultas realizadas por los técnicos del sector y primer año de detección de los patógenos cuya incidencia en el cultivo no se tenía constancia en la provincia.

Tabla 4. Plagas y enfermedades detectadas en el LPSVH. sobre frambuesa

FRAMBUESA		Patógeno	Año
PLAGAS	Ácaros	<i>Tetranychus urticae</i>	
		<i>Steneotarsonemus latus</i>	2014
	Pulgones	<i>Aphis idaei</i>	
	Dípteros	<i>Ceratitis capitata</i>	
		<i>Drosophila suzukii</i>	2012
	Cicadélidos	<i>Empoasca vitis</i>	
Lepidópteros	<i>Spodoptera exigua, Helicoverpa armigera.</i>		
ENFERMEDADES	Podedumbre gris	<i>Botrytis cinerea</i>	
	Oidio	<i>Podosphaera aphanis</i>	
	Roya	<i>Pragmadium rubi idaei</i>	

Tabla 5. Plagas y enfermedades detectadas en el LPSVH. sobre mora

MORA		Patógeno	Año
PLAGAS	Ácaros	<i>Steneotarsonemus latus</i>	2009
		<i>Acalitus essigi</i>	2012
	Pulgones	<i>Aphis ruborum</i>	
	Dípteros	<i>Drosophila suzukii</i>	2013
	Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	
ENFERMEDADES	Podedumbre gris	<i>Botrytis</i>	
	Mildiu	Peronospora sparsa	

Tabla 6. Plagas y enfermedades detectadas en el LPSVH. sobre arándanos.

ARANDANOS		Patógeno	Año
Plagas	Pulgones	<i>Aphis gossypii, A. spiraecola, y Ericaphis scammelli</i>	2012
	Trips	<i>Scirtothrips manguiferae.</i>	2011
	Cochinillas	<i>P. citri, Coccus hesperidium, Icerya purchasi.</i>	
	Coleópteros	<i>Ceramidas.</i>	
	Lepidópteros	<i>Cacoecimorpha pronubana, Euzopherodes vapidiaella, Streblote panda, Cryptoblades gnidiella, Helicoverpa armigera.</i>	
	Dípteros	<i>Drosophila suzukii</i>	2013

Enfermedades	Oidio	<i>Erysiphe penicillata</i>	
	Roya	<i>Naohidemycetes vaccinii</i>	
	Hongos de madera	<i>Fam. Botryosphaeriaceae (5 sps)</i>	
		<i>Macrophomina phaseolina</i>	2004 (fresa)
	Podedumbre gris	<i>Botrytis sp.</i>	
		<i>Phytophthora sp.</i>	

Destacar de este listado:

1. La ausencia de detección de virus en los tres cultivos.
2. Plagas cuya incidencia a aumentado: Cotonet (*Planococcus citri*), hongos de madera (familia *Botryosphaeriaceae*), *Macrophomina phaseolina* o Roya (*Naohidemycetes vaccinii*)
3. Presencia de nuevos patógenos para los cultivos como: Gusanos blancos (*Ceramida sp*), *Polyphagotarsonemus latus*, *Euzopherodes vapidella*, *Eri-caphis scammelli*, *Scirtothrips mangiferae*, *Acalitus essigí* y *Drosophila suzukii*.

3.1 Gusanos blancos o Gallinita ciega (*Ceramida sp*)

Coleópteros muy comunes y citados desde hace muchos años en el Olivar. Son un problema de reciente auge asociado sobre todo a las plantaciones de 2 o 3 años de arándanos. Las larvas de coleópteros se alimentan de las raíces debilitando los arándanos que pueden llegar a morir. Se desconoce si hay otras especies implicadas.

3.2 *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)

Ácaro muy común en la península sobre especies del género *Rubus* y otros cultivos, detectado por primera vez en abril de 2009 sobre mora y recientemente sobre frambuesa, en octubre de 2014.

3.3 *Euzopherodes vapidella* (Mann)

Lepidóptero detectado por primera vez en 2009 sobre arándanos causando daños ocasionales. La larva realiza galerías subcorticales que en ocasiones llegan a anillar el tronco o alguna rama, mostrando un aspecto deprimido. Está citado ocasionando daños en injertos de cítricos y en el olivar.

3.4 *Ericaphis (Fimbriaphis) scammelli* (Mason)

Pulgón neartico detectado por primera vez en mayo de 2012 en arándanos. En Europa está citado en Italia, Francia, Inglaterra y Holanda. Es un pulgón que produce mucha melaza y que no tiene un buen control por los enemigos naturales. En Norte América se considera el principal vector del Blueberry Scorch Virus (BBScV), virus recogido en el listado A2 de la Eppo y que puede causar serios daños económicos en variedades sensibles.

3.5 *Scirtothrips mangiferae* (Priesner)

Trips detectado por primera vez en julio 2011 en arándanos, ocasionando daños especialmente en la brotación de junio - julio. Es un trip originario del área mediterránea que está citado como plaga del mango en Israel y Egipto.

3.6 *Acalitus essigi* (Hassan)

Acaro detectado por primera vez en mayo de 2012 en mora. Muy extendido por Europa, es considerado un problema importante en el cultivo de la mora en California, Inglaterra, Hungría, Chile,...llegando a causar pérdidas importantes en algunas variedades.

3.7 *Drosophila suzukii* (Matsurama)

Díptero detectado por primera vez en la provincia de Huelva en diciembre de 2012 sobre frambuesa. De origen asiático, ha tenido una expansión mundial durante los últimos años, causando daños en la provincia sobre frutos de frambuesa, mora y arándanos. Presenta dos máximos anuales: primavera y otoño y en nuestra zona está muy condicionada por la humedad relativa. Las prácticas culturales son fundamentales para su contención, aunque en épocas húmedas insuficientes.

MOVIMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL Y NUEVAS AMENAZAS

Aunque la presencia de nuevas plagas para los cultivos se puede deber a muchas causas el movimiento de material vegetal siempre supone un cierto riesgo para la entrada de patógenos a pesar de las medidas de control fitosanitarias. De los tres cultivos, el arándano es el único que no necesita Pasaporte Fitosanitario, permitiéndose su libre circulación por el territorio de la Unión.

Actualmente, ante la Decisión de Ejecución 2015/789/UE de la comisión de 18 de mayo de 2015, sobre las medidas de introducción y propagación dentro de la unión de *Xylella fastidiosa* (Wells et al), se prohíbe el movimiento sin un control oficial de todas las especies sensibles a esta bacteria, entre las que se encuentra el arándano, la mora, frambuesa y fresa. De los cuatro cultivos, sólo se han descrito daños en arándanos por *Xylella fastidiosa* subespecie multiplex en América del Norte, donde fue descrita por primera vez en Georgia en 2009. En la actualidad se encuentra establecida en los estados de mayor producción como Georgia, Florida, Michigan y Carolina del Norte. Los síntomas en arándanos son quemadura de la hoja, defoliación, brotes amarillos y en algunos casos la muerte. Su virulencia varía según el aislado y la variedad. Sobre todo afecta a variedades del tipo Highbush del Sur, entre las que se encuentra la variedad Star.

Hasta ahora se han detectado 4 focos de *Xylella* en Europa: Francia (XF subsp. multiplex), Italia (XF subsp. Pauca), Alemania (Subsp. Fastidiosa) y recientemente en España (Subsp. Fastidiosa), pero ninguno sobre *Rubus*, *Fragaria* ni *Vaccinium*.

Además de *Xylella fastidiosa*, existen otros patógenos que amenazan a estos cultivos, algunos de los cuales están recogidos en el listado A2 de la Eppo.

CONCLUSIONES:

1. Los nuevos problemas fitopatológicos suponen un desequilibrio en el Control Biológico, herramienta fundamental para el manejo de estos cultivos.
2. Se hace necesaria una investigación/ revisión de los problemas fisiopatológicos que permita regular todas estas plagas, ofreciendo soluciones que eviten posibles malas prácticas agrícolas.
3. Los plaguicidas autorizados para los cultivos de mora, frambuesa y arándanos son insuficientes para hacer frente a los problemas fitosanitarios, siendo especialmente alarmante en el caso de los arándanos. Las únicas herramientas disponibles para autorizar nuevos productos fitosanitarios son la solicitud de ampliación a usos menores y el reconocimiento mutuo.
4. Se pone en alza la necesidad de obtener siempre un material certificado y bajo ciertas medidas de propagación vegetal que garanticen la sanidad del cultivo.
5. Realzar el valor de las consultas de los técnicos: actualmente con las nuevas directrices y una sanidad vegetal dirigida cada vez más a la inspección de organismos regulados, los técnicos de campo son nuestros ojos y oídos. La transparencia en el sector es fundamental y un valor que debemos agradecer.

LA PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS TRAS LA APARICIÓN DEL *TOMATO LEAF CURL NEW DELHI VIRUS*.

Dirk Janssen

Investigador IFAPA, Centro La Mojonera, Almería.

DISTRIBUCION EN EL MUNDO Y APARICIÓN EN ESPAÑA

Los begomovirus pertenecen a la familia de los *Geminiviridae*. Son virus de plantas que infectan un amplio rango de plantas dicotiledóneas y son responsables de considerable daños económicos a cultivos importantes como tomate, judía, calabaza, y algodón. Actualmente hay unas 288 especies de begomovirus, y una de estas especies es el *Tomato leaf curl New Delhi virus* (ToLCNDV). Este virus tiene un genoma bipartita de DNA circular y monocatenario, denominado DNA-A y DNA-B, de aproximadamente 2,7 kb cada uno, y que es encapsidado en partículas gemelos (Papidam et al., 1995; Ito et al., 2008). Es transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci* y afecta cultivos de las familias de *Solanaceae* y *Cucurbitaceae* (Hussain et al., 2004; Pratap et al., 2011; Tiwari et al., 2012). ToLCNDV causa pérdidas significativas en la cosecha en muchos cultivos (Mansoor et al., 2006; Kumar et al., 2008), y es el principal patógeno en tomate en la India. El virus ha invadido en otros países de Asia como Pakistán (Tahir and Haider, 2005), Bangladesh, (Maruthi et al., 2005), Indonesia (Mizutani et al., 2011), Tailandia (Ito et al., 2008) e Iran (Yazdani-Khameneh et al., 2013), y recientemente se ha descrito en países del Mediterráneo como España (Juarez et al., 2013), Túnez (Mnari-Hattab et al., 2015), e Italia (Panno et al., 2016) (Figura 1).

Para España la situación empezó a ponerse grave en el 2013 cuando se observaron síntomas de una nueva enfermedad viral en calabacín, en campo y en invernadero, sobre todo en la provincia de en Murcia. Estos síntomas incluían el rizado de las hojas jóvenes, normalmente hacia el envés aunque a veces también hacia el haz, la aparición de amarilleo muy intenso, incluso en las hojas más jóvenes, y una detención del crecimiento de las plantas afectadas. La enfermedad también ocasionaba síntomas en los frutos, observándose una rizadura suave en la piel del fruto joven, que podía acusarse en los más desarrollados. En el caso de infecciones tempranas el rizado y acucharado de las hojas jóvenes era extremadamente intenso; las plántulas se enrollaban completamente y no crecían (Figura 2). En este último caso, era prácticamente imposible que la planta pueda llegar a dar frutos. Durante el verano y el otoño de 2013 este síndrome se ha extendido ampliamente, afectando también a cultivos tardíos de melón, causando problemas de la mayor gravedad y generando una enorme inquietud en el sector, agravadas

por la falta de información respecto a la posible epidemiología de este virus también en solanáceas, donde se ha descrito en bibliografía. La enfermedad se extendió desde entonces, afectando también al melón en otras zonas de cultivo, como Castilla La Mancha, donde afectó en la última campaña al 80% del melón tardío Piel de Sapo (Promelón, 2016).

PLANTAS HUÉSPED

La especie ToLCNDV es genéticamente compleja, y no se han detectado grupos filogenéticos claramente asociados con especies de plantas geográficas, temporales o hospedantes (Fortes, et al., 2016). Los aislados emergentes en España pertenecen a una cepa, denominado "España (ES)" que parece haber evolucionado por recombinación, y es la misma cepa que también ha invadido Túnez e Italia (Zaidi et al., 2016; Ruiz et al., 2016). Los aislamientos de esta cepa parecen más adaptados para infectar cucurbitáceas que tomates (Fortes, et al., 2016). Efectivamente, en España, ToLCNDV afecta esencialmente cucurbitáceas, y sobre todo calabacín, melón y pepino. En melón, son los cuatro tipos más cultivados que también son muy sensibles al virus (Figura 3). Sin embargo, en infecciones controladas mediante mosca blanca o mecánicamente, hemos podido infectar las cuatro especies de cucurbitáceas más cultivadas (calabacín, melón, pepino y sandía), solanáceas (tomate, pimiento y berenjena) pero no la judía (*Leguminosae*) (Ruiz et al., 2015). Durante tres campañas (2013-2015) en un estudio reciente, se tomaron 419 muestras procedentes de 9 especies cultivadas al aire libre y en invernadero, y 203 de entre 24 especies arvenses. ToLCNDV se detectó en 7 muestras de tomate de 46 analizadas (15%), 3 de ellas en plantas asintomáticas y 4 en infección mixta con el virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV). Entre las muestras de especies arvenses analizadas se encontraron 3 hospedantes nuevos para ToLCNDV, *Ecballium elaterium*, *Datura stramonium*, y *Sonchus oleraceus*, y *Solanum nigrum* (Juarez et al., 2016). *S. nigrum* también es huésped artificial, junto con otras solanáceas como *Nicotiana bethamiana*, *N. tabacum* y *N. glutinosa*, ya que se infectan con clones infectivos del virus (Fortes et al., 2016).

DETECCIÓN

El correcto diagnóstico puede realizarse mediante PCR convencional, utilizada generalmente para la detección de ToLCNDV en el caso de nuevas enfermedades (Haider et al., 2006, Pratap et al., 2011), para la caracterización de coinfección con otros virus (Venkataravanappa 2015), así como para propósitos de investigación de cría y resistencia (López et al., 2015, Sahu et al., 2014, Islama, 2014). Kanakala et al. (2013) utilizaron PCR por inmunocaptura y PCR cuantitativa en tiempo real con colorante verde SYBR para detectar la acumulación de los componentes virales en los tejidos de la planta. Recientemente, Alfaro-Fernández et al (2016) describen la técnica de hibridación

molecular mediante sondas genéticas para ToLCNDV. Pruebas inmunológicas de ELISA, o de flujo lateral para el virus están disponibles comercialmente.

TRANSMISIÓN

El virus es transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) de forma persistente y circulativa (Sohrab et al, 2003). Esto implica que las moscas pueden permanecer virulíferas desde poco tiempo después de adquirir el virus hasta que mueren. La eficiencia de transmisión parece ser muy alta: recientemente se han descrito ratios de 90% de infección en *Luffa* utilizando 1 adulto de mosca blanca (Sohrab, et al, 2013). Estudios preliminares del IFAPA mostraron una eficiencia del 96% en la transmisión entre calabacines con 1 mosca blanca. Por lo tanto, la transmisión del virus parece muy eficiente.

Hasta la fecha, los principales poblaciones de *B. tabaci* en España son las especies crípticas e invasoras MEAM1 y MED, anteriormente llamadas biotipos B y Q respectivamente. La mosca blanca está presente en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, donde es una de las amenazas más graves para los cultivos económicamente importantes (EFSA Panel on Plant Health, 2013). Se considera como un complejo de especies morfocríticas indistinguibles que han sido identificadas comparando las secuencias de ADN mitocondrial citocromo oxidasa I (mtCOI) (de Barro et al., 2011), lo que ha llevado a la identificación de 24 especies distintas: Mediterráneo (MED), Medio Asia Oriental Menor (MEAM) 1 y 2, 2 especies australianas, 14 especies asiáticas, 4 especies sub-saharianas de África y Uganda, y el Nuevo Mundo. MEAM1 (anteriormente conocido como biotipo B) y MED (o biotipo Q) son de particular importancia: alimentación polífaga, resistentes a un gran número de insecticidas, son altamente invasivos y están distribuidos en todo el mundo. Se cree que MEAM1 se fusionó originariamente desde el noreste de África, Oriente Medio y la península Arábiga, y las especies MED proceden del África subsahariana y subsahariana; Sin embargo, ambas especies se han encontrado muy invasivas y ahora están distribuidas en todo el mundo (De Barro et al., 2000).

Los cultivos en los países donde se ha establecido ToLCNDV, como India y Pakistán, se encuentran infestados con las especies *B. tabaci* Asia 1, Asia II 5, Asia II 1, Asia II 7 y MEAM1 (De Barro & Ahmed, 2011). Esta última especie también se encuentra en Taiwán (CABI, 2015) pero no en Filipinas (Sanchez and Caoili, 2015). Aunque la especie invasiva MEAM1 se encontró ocasionalmente como un vector importante para la transmisión de begomovirus en la India, ToLCNDV se ha encontrado transmitido principalmente por las poblaciones indígenas de *B. tabaci* (Maruthi et al., 2007).

Ninguna de estas especies indígenas de tipo *B. tabaci* de tipo asiático ha sido detectada hasta ahora en España. *B. tabaci* se citó en España por primera vez

en 1943 (Gomez.Menor, 1943), pero sólo a finales de los años 1980 se convirtió en una plaga importante. Históricamente, tanto las especies MEAM1 como MED han sido identificadas en cultivos de invernadero y al aire libre en España (Guiraro et al., 1997). A partir de la detección de ToLCNDV, hemos recogido moscas blancas de *B. tabaci* de tomate, berenjena, pimienta, calabaza, pepino, melón y calabacín de las diferentes regiones del sur de España (Andalucía y Murcia). Estas poblaciones se secuenciaron parcialmente para identificar las especies crípticas y los extractos también se analizaron para ToLCNDV. Entre las 35 poblaciones recogidas de mosca blanca muestreadas, 15 reaccionaron positivas después de los análisis PCR con los cebadores ToLCDNV-DNA-A específicos. Todas las muestras que contenían ToLCNDV estaban restringidas a las provincias de Andalucía (Almería, Granada, Sevilla y Málaga) y fueron recogidas de pepino, calabacín, tomate y melón. Esto sugiere que, aparte de las especies crípticas endógenas asiáticas, por primera vez el virus también estaría asociado con MED-Q1, aunque existe la posibilidad de que el virus ingresara a través de especies asiáticas de *B. tabaci* introducidas en Europa. La probabilidad de que el en la Unión Europea haya sido a través de la importación de plantas para plantar es probable, debido a la asociación frecuente de insectos con esta vía en origen y basada en el número de registros de interceptación a pesar de los estrictos requisitos fitosanitarios para estos productos particulares. También la entrada de virus que se transmiten en un modo de transmisión circulante (como ToLCNDV) puede ocurrir con viruliferous *B. tabaci* y con plantas infectadas. (EFSA Panel on Plant Health, 2013). A pesar de no haber encontrado ninguna especie asiática en las colecciones a partir de 2015, no se puede descartar que tales poblaciones pudieran haber llegado de una región o país donde ToLCNDV es endémica.

La comparación de secuencias de nucleótidos de *B. tabaci* MED-Q1 (DQ 365875) con los 17 haplotipos seleccionados de GenBank más los haplotipos identificados durante 2015 mostró entre 98,7% y 99,9% de identidad de nucleótidos con todos los haplotipos españoles MED-Q1 independientes de Fecha de recogida. Además, el análisis mostró menos del 94,5% de identidad de nucleótidos con los tres haplotipos MEAM1 utilizados como referencias. La distancia genética dentro y entre subclades MED-Q1 de 1995-2014 y de 2015 fue de 0.008, lo que sugiere que la población de *B. tabaci* asociada con ToLCNDV en España fue exactamente la misma que la descrita anteriormente (MED-Q1) (Janssen et al., 2017). Aunque solo hemos encontrado MED-Q1 asociado a ToLCNDV, en el laboratorio también MEAM1 es igualmente capaz de transmitirlo. (Fortes et al., 2016).

MEDIDAS DE CONTROL

Ya que la presencia de ToLCNDV en España es reciente, todavía no hay mucha experiencia en el control de este virus. Sin embargo, existe un historial extenso de virus transmitidos por mosca blanca en cultivos de invernadero,

ya se utilizan diferentes estrategias de control de estos virus, de la cual se deduce que sin duda la mejor opción para el control es mediante estrategias de control integrado del vector, *B. tabaci*, y así minimizar la incidencia del virus. Métodos únicamente basados en químicos de nueva síntesis para el control de virus e insectos vectores eran habituales en el pasado pero llevaron a la aparición de poblaciones de vectores resistentes, y por tanto haciendo ineficaz esta estrategia. Ha sido sobre todo ante la creciente exigencia del mercado para hortalizas libre de residuos, y la entrada en el año 2000 en el sur de España del Virus de la venas amarillas del pepino transmitido por mosca blanca, que puso en evidencia la absoluta necesidad de un cambio radical en la forma de hacer protección de cultivos. Como primera medida se puso la obligación de instalar buenas mallas en ventanas laterales y zenitales para excluir la entrada del vector, así como la instalación de doble puertas de entrada. Ya en los años 1990 productores de tomate consiguieron un mejor control del Virus del rizado amarillo del tomate, el virus de la cuchara, tras hermetizar sus invernaderos. Ahora que estamos ante un virus similar al de la cuchara, pero transmitido con aun más eficiencia por la mosca blanca, evitar que vectores entren en invernaderos y se acercan a cultivos, a partir de una buena hermeticidad del invernadero, es considerado un factor primordial y un condicionante muy a tener en cuenta especialmente en las plantaciones venideras de cucurbitáceas donde las condiciones climáticas incidirán en un aumento de la presencia y actividad del vector, y por consiguiente los riesgos de transmisión de virus. Otro de las medidas tomadas tras la dispersión del virus de las venas amarillas del pepino, enfocaron aspectos de higiene en toda la actividad agrícola, tanto dentro como fuera de los invernaderos, desde antes a la siembra hasta después de finalizar los cultivos. La eliminación de potenciales focos insectos vectores y de virus era igualmente fundamental para conseguir un mejor control. Por tanto, también en el caso de un virus como el ToLCNDV, transmitido con tanta eficiencia por mosca blanca, el control tiene que ser efectivo y sostenible. Y sin duda se conseguirá mediante control integrado haciendo uso de medidas fitosanitarias, estructurales, e higiénicas (Figuras 4, 5).

CONTROL GENÉTICO

La reciente detección del ToLCNDV en nuestro país en cultivos de cucurbitáceas ha disparado la alerta y la necesidad de desarrollar rápidamente estrategias eficientes de control. A pesar de que el manejo adecuado del cultivo puede reducir la incidencia de la enfermedad, una de las herramientas fundamentales para lograr evitarla en el marco de una horticultura intensiva y competitiva es poder contar con cultivos resistentes. En este sentido, son pocos los logros conseguidos hasta la fecha en los países en los que este virus es un problema. Se han descrito algunas fuentes de resistencia en tomate, a éste y a otros begomovirus, estudiándose sus mecanismos (Sahu et al, 2010; 2016). La disponibilidad de herramientas genómicas en especies como

el tomate ha posibilitado el avance en el estudio de la genética de las resistencias a Begomovirus, permitiendo el clonaje y caracterización de algunos de los genes mayores involucrados en las mismas (Verlaan et al., 2013). Recientemente se ha confirmado que la resistencia *Ty-1* frente TYLDV también protege frente ToLCNDV en tomate (Fortes et al., 2016).

En Cucurbitáceas, su reciente aparición hace que todavía sean escasos los trabajos orientados a identificar fuentes de resistencia y caracterizarlas. Se ha identificado resistencia en el género *Luffa* (Islam et al., 2010; Saha et al., 2013; Sohrab et al., 2013), aunque no nos consta que estos se hayan introgresado en variedades comerciales.

Calabacín:

En el marco del proyecto de investigación INIA ERTA2013-00020, el grupo de Belén Pico (COMAV, Valencia) ha evaluado más de 100 accesiones de calabacín, incluyendo tanto variedades comerciales como variedades locales procedentes de los cinco continentes. Las accesiones incluyen los principales morfotipos de las dos subespecies cultivadas: *pepo* y *ovifera*. A pesar de la amplia variabilidad existente en las accesiones evaluadas, todas sin excepción son altamente susceptibles a la infección viral. Los primeros síntomas de rizado aparecen en las plantas 7 días después de la inoculación y se hacen muy severos alrededor de los 15 días. El desarrollo de las plantas se reduce drásticamente y la incidencia de la enfermedad es tan fuerte que un alto porcentaje de las plantas muere antes de los 20 días. Además se han evaluado también dos accesiones mexicanas de la subespecie *fraterna*, el posible ancestro silvestre de *C. pepo*, pero resultan ser tan susceptibles al ToLCNDV como las variedades cultivadas. La elevada susceptibilidad mostrada por todas las accesiones de esta especie pone nuevamente de manifiesto la gran amenaza que supone el ToLCNDV para el cultivo del calabacín (Sáez et al., 2016).

Calabaza:

Aunque son económicamente menos importantes que *C. pepo*, las calabazas pertenecientes a las especies *Cucurbita maxima* y *C. moschata* se cultivan también en todo el mundo. De la especie *C. maxima* se han evaluado principalmente accesiones de Argentina y países vecinos (una de las áreas de la diversificación secundaria más importantes de la especie). Todas las accesiones son susceptibles al ToLCNDV y aunque inicialmente las plantas muestran síntomas más suaves que los mostrados por las accesiones de *C. pepo*, al final de los ensayos, los síntomas son prácticamente igual de severos. Los síntomas típicos en esta especie son el decaimiento de las hojas y un amarillamiento más intenso que en *C. pepo*.

Dentro de las especies cultivadas del género *Cucurbita*, los mejores resultados se han obtenido en la especie *C. moschata* donde se han evaluado accesiones de orígenes muy diversos (América, Europa, África y Asia). Por

lo general las plantas de esta especie muestran síntomas más suaves que las plantas de las especies *C. pepo* y *C. maxima*. En *C. moschata* los síntomas y acumulación viral son variables: algunas accesiones son asintomáticas o muestran síntomas muy leves y una acumulación viral muy baja y otras muestran síntomas de moderados a graves caracterizados por la presencia de moteado y mosaico. Esta especie es parcialmente compatible con *C. pepo*, por lo que la resistencia parcial encontrada en las accesiones asintomáticas podría ser transmitida a variedades comerciales de calabacín o ser empleada en el desarrollo de portainjertos mas habitualmente empleados los cruces de *C. maxima* x *C. moschata* (Sáez et al., 2016). La existencia de diferentes niveles de resistencia al ToLCNDV no es extraña ya que esta especie se ha utilizado a menudo como fuente de resistencia a otros virus en el género *Cucurbita* (Ferriol y Pico, 2008).

Melón:

La gran variabilidad morfológica y taxonómica que existe dentro de la especie *C. melo* también se manifiesta en la existencia de una respuesta diversa frente al virus (Lopez et al., 2015). En general, las accesiones de la subespecie *melo* que incluye los melones dulces de las principales variedades comerciales tales como Piel de sapo, Amarillo, Rochet, Tendral, Kirkagac, Galia, Cantaloup y Charentais, son altamente susceptibles al ToLCNDV y presentan síntomas muy severos de la enfermedad. El grupo de Belen Pico (COMAV,Valencia) ha evaluado también genotipos exóticos procedentes del Este de Europa, norte de África y Asia, pertenecientes a esta subespecie. Estos genotipos, que para otros caracteres suponen un reservorio de interés en la mejora, también son altamente susceptibles y presentan síntomas claros de fruncido, rizado y mosaico a las dos semanas de la inoculación (Lopez et al., 2015).

El virus también se transmite mecánicamente a todas las accesiones de melón de la subespecie *agrestis*, aunque los síntomas son en general menos severos que los que se observan en la subespecie *melo*, con resultados diversos. Se han encontrado distintos niveles de resistencia en varias accesiones de melones exóticos de la variedad *momordica* y tipo *agrestis silvestres*. Algunas de estas accesiones son totalmente asintomáticas, mientras que otras presentan una expresión tardía de los síntomas, que nunca llevan a ser severos. En algunos casos se observa recuperación de la planta con síntomas iniciales que luego desaparecen en los brotes nuevos. En todos los casos la presencia del virus se ha confirmado PCR, por lo que estas entradas pueden considerarse parcialmente resistentes o tolerantes al virus. Por lo general, los genotipos asintomáticos o con síntomas ligeros presentan una carga viral mucho menor que los de genotipo susceptibles (Lopez et al., 2015). Algunas de estas accesiones son también tolerantes o resistentes a otros virus y son completamente cruzables con los melones comerciales (Pitrat, 2008), por lo que pueden ser buenas fuentes para desarrollar nuevas variedades de melón resistentes al ToLCNDV.

CONTROL BIOLÓGICO

En los cultivos hortícolas protegidos, la superficie donde se aplican programas de control integrado, incluyendo el control biológico, ha aumentado espectacularmente para solanáceas, lo que ha conllevado una reducción significativa de infestaciones por mosca blanca y de enfermedades por virus en dichos cultivos. En la actualidad, el control biológico de *B. tabaci*, se basa principalmente en sueltas del parasitoide autóctono *Eretmocerus mundus* (Rodríguez et al., 1994; Téllez et al., 2003) así como los depredadores polípagos *Nesidicoris tenuis* (Calvo and Urbaneja, 2004; Urbaneja et al., 2005; Sánchez and Lacasa, 2008) en cultivos de tomate y berenjena y *Amblyseius swirskii* (Belda and Calvo, 2006) en pimiento. El uso de estos enemigos naturales junto con una serie de medidas preventivas y culturales está haciendo posible el éxito del control de la plaga en estos cultivos.

En cambio, la situación en cultivos de cucurbitáceas es distinta: tratándose generalmente de cultivos de ciclo corto, es difícil convencer al agricultor de invertir en herramientas y métodos basados en control biológico. Por estos ciclos de corta duración, los enemigos naturales disponen de poco tiempo para su instalación en el cultivo y no llegan a ejercer un control de la plaga con suficiente rapidez. Una mejora de la estrategia en el control de la plaga, mediante la preinstalación temprana de los enemigos naturales en las plántulas de semillero, podría permitir un control más rápido de la plaga en calabacín. Esta estrategia de preinstalación ya se ha desarrollado para otro cultivo como es el caso del tomate, en el cual la suelta del depredador clave como es *N. tenuis* desde el semillero, es hoy día, una estrategia de éxito muy extendida en este cultivo (Calvo et al, 2012). Existen varios trabajos en otra cucurbitácea, como el pepino, los cuales determinan que *A. swirskii* puede aumentar sus poblaciones con la adición del polen de *Typha latifolia*, permitiendo un mejor control de *B. tabaci* (Nomikou et al., 2002 Nomikou et al., 2010). La aplicación de estas estrategias de control, ya conseguida en el caso de agricultores de solanáceas, con todo lo que implica (proceso de desarrollo y transferencia por y desde la administración pública, centros de investigación y empresas especializadas) está todavía en curso en el caso de cucurbitáceas.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la financiación del proyecto E_RTA2013-00020-C04-01 ("Epidemiología y Control de Tomato leaf curl New Delhi virus") del Instituto nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), cofinanciado con recursos FEDER de la convocatoria 2014-2020.

BIBLIOGRAFÍA

- Belda JE and Calvo J, 2006. Eficacia de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en el control biológico de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) y *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en pimiento en condiciones de semicampo. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 32: 283-296.
- CABI (2015): *Bemisia tabaci* (B biotype) (silverleaf whitefly), Datasheet. Invasive species compendium.
- Calvo J, Bolckmans K, Belda JE, (2012) Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato. Biocontrol, 57:809-817.
- Calvo J and Urbaneja A (2004) *Nesidiocoris tenuis*, un aliado para el control biológico de mosca blanca. Horticultura internacional, 44, 20-25.
- De Barro PJ and Ahmed MZ (2011): Genetic networking of the *Bemisia tabaci* cryptic species complex reveals pattern of biological invasions. PloS ONE, 6, e25579. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0025579>.
- De Barro PJ, Driver F, Trueman JW, and Curran J (2000): Phylogenetic relationships of world populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) using ribosomal ITS1. Molecular Phylogenetics and Evolution, 16: 29–36.
- De Barro PJ, Liu SS, Boykin LM, Dinsdale AB (2011): *Bemisia tabaci*: a statement of species status. Annual Review of Entomology, 56: 1-19.
- EFSA Panel on Plant Health (2013): Scientific Opinion on the risks to plant health posed by *Bemisia tabaci* species complex and viruses it transmits for the EU territory. EFSA Journal, 11: 3162. [302 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2013.3162. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- Ferriol M and Picó B (2008). Pumpkin and Winter Squash..Handbook of Plant Breeding Volume 1, Vegetables I.2008, pp 317-349
- Fortes IM, Sánchez-Campos S, Fiallo-Olivé E. Díaz-Pendón JA, Navas-Castillo J, Moriones E. (2016) A Novel Strain of *Tomato Leaf Curl New Delhi Virus* Has Spread to the Mediterranean Basin. *Viruses* 2016, 8, 307.
- Gómez-Menor J (1943): Contribución al conocimiento de los Aleyrodidos de España. (Hem. Homoptera). 1a nota. Eos, 19: 173–209.
- Guirao P, Beitia F, and Cenis JL (1997): Biotype determination of Spanish populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Bulletin of Entomological Research, 87: 587–593.

- Haider, MS, Tahir M, Latif S, Briddon RW (2006) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting *Eclipta prostrata* in Pakistan. *Plant Pathology*, 55: 285. doi:10.1111/j.1365-3059.2005.01278.x
- Hussain M, Mansoor S, Iram S, Zafar Y, and Briddon RW (2004) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* affecting chilli pepper in Pakistan. *Plant Pathology* 53, 794.
- Islam S, Munshi AD, Mandal B, Kumar R and Behera TK (2010) Genetics of resistance in *Luffa cylindrical* Roem. against *Tomato leaf curl New Delhi virus*. *Euphytica*, 174:83-89.
- Islama S, Munshi Anilabh Dasa, Manjusha Vermab, Lalit Aryab, Bikash Mandalc, Behera Tusar Kantia, Ravinder Kumara and Lal Sanjay Kumard (2011). Screening of *Luffa cylindrica* Roem. for resistance against *Tomato Leaf Curl New Delhi Virus*, inheritance of resistance, and identification of SRAP markers linked to the single dominant resistance gene. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 86:661-667. DOI:10.1080/14620316.2011.11512819
- Ito T, Sharma P, Kittipakorn K, Ikegami M (2008) Complete nucleotide sequence of a new isolate of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting cucumber, bottle gourd and muskmelon in Thailand. *Archives of Virology* 153, 611-3.
- Janssen D, Simon A, Crespo O, Ruiz L (2017) Genetic population structure of *Bemisia tabaci* in Spain associated with *Tomato leaf curl New Delhi virus*. *Plant Protect. Sci.*, 53. doi: 10.17221/62/2016-PPS.
- Juarez M, Tovar R, Fiallo-Olivé E, Aranda MA, Castillo P, Moriones E, and Navas-Castillo J (2014) First detection of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting zucchini in Spain. *Plant Disease* 98, 857.
- Juarez M., Gomez P, Tayahi M, Gosalvez B, and Aranda MA (2016) Epidemiología y nuevos hospedantes en campo del virus del rizado del tomate de Nueva Delhi, *Tomato leaf curl New Delhi virus* (ToLCNDV). XVII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, 20-23 Septiembre, 2016, Palencia
- Juárez M., Tovar R., Fiallo-Olivé E., Aranda M.A., Gosálvez B., Castillo P., Moriones E., Navas-Castillo J. (2014): First detection of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting zucchini in Spain. *Plant Disease*, 98: 857.
- Kanakalaa S, Jyothsnaa P, Shuklaa R, Tiwaria N, Veera BS, Swarnalathab P, Krishnareddyb M, and MalathiVG (2013) Asymmetric synergism and heteroencapsidation between two bipartite begomoviruses, *Tomato leaf curl New Delhi virus* and *Tomato leaf curl Palampur virus*. *Virus Research* 174: 126– 136.

- Kumar Y, Hallan V, and Zaidi AA, 2008. Molecular characterization of a distinct bipartite begomovirus species infecting tomato in India. *Virus Genes* 37, 425-31.
- Lopez C, Ferriol M and Pico B (2015) Mechanical transmission of Tomato leaf curl New Delhi virus to cucurbit germplasm: selection of tolerance sources in Cucumis melo. *Euphytica* 204:679-691.
- Mansoor S, Zafar Y and Briddon RW (2006). Geminivirus disease complexes: The threat is spreading. *Trends in Plant Science* 11, 209-12.
- Maruthi MN, Rekha AR, Cork A, Colvin J, Alam SN, Kader KA (2005) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting tomato in Bangladesh. *Plant Disease* 89, 1011.
- Maruthi MN, Rekha AR, Muniyappa V (2007) Pumpkin yellow vein mosaic disease is caused by two distinct begomoviruses. Complete viral sequences and comparative transmission by an indigenous *Bemisia tabaci* and the introduced B-biotype. *EPPO Bulletin*, 37: 412-419.
- Mizutani T, Daryono BS, Ikegami M, Natsuaki KT (2001) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting cucumber in Central Java, Indonesia. *Plant Disease* 95(11), p 1485.
- Mnari-Hattab M, Zammouri S, Belkadhi MS, Bellon Doña D, ben Nahia E, and Hajlaoui MR (2015). First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting cucurbits in Tunisia. *New Disease Reports* 31, 21.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R. and Sabeli MW (2002) Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp. Appl. Acarol*, 27, 57-68.
- Nomikou M, Sabeli MW, and Janssen A (2010) Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *Biocontrol* 55(2): 253-260.
- Padidam M, Beachy RN, and Fauquet CM (1995) Tomato leaf curl geminivirus from India has a bipartite genome and coat protein is not essential for infectivity. *Journal of General Virology* 76, 25-35.
- Panno S, Iacono G, Davino M, Marchione S, Zappardo V, Bella P, Tomassoli L, Accotto GP, and Davino S (2016) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* affecting zucchini squash in an important horticultural area of southern Italy. *New Disease Reports* 33, 6.
- Pitrat M (2008) Melon (*Cucumis melo* L.). En: Handbook of crop breeding, vol I: Vegetables. Editadopor: Prohens J, Nuez F. Springer, New York, USA: 283-315.
- Pratap D, Kashikar AR and Mukherjee SK (2011) Molecular characterization and infectivity of a *Tomato leaf curl New Delhi virus* variant associated

- with newly emerging yellow mosaic disease of eggplant in India. *Virology Journal* 8, 305.
- Promelon, 2016. Asociación de productores de melón piel de sapo. http://www.promelon.com/noticias/balance-charla-formativa-organizada-por-promelon_
- Ruiz ML, Simón A, Velasco L, García MC, Janssen D (2015) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting tomato in Spain. *Plant Disease* 99, 894.
- Ruiz L, Simon A, Velasco L, and Janssen D (2016) Biological characterization of *Tomato leaf curl New Delhi virus* from Spain. *Plant Pathology*. Doi: 10.1111/ppa.12587
- Sáez C, Martínez C, Ferriol M, Manzano S, Velasco L, Jamilena M, Lopez C and Pic, B (2016) Resistance to Tomato leaf curl New Delhi virus in Cucurbita spp. *Ann. Appl. Biol.* 169, 91–105.
- Saha D, Rajeev Singh R, Amish Kumar S, ManjushaVerma, L, Anilabh Das M (2013) Cloning and characterization of NBS-LRR encoding resistance gene candidates from Tomato Leaf Curl New Delhi Virus resistant genotype of *Luffa cylindrical* Roem, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 81: 107-117
- Sahu PP, Sharma N, Puranik S, Chakraborty S, Prasad M. (2016). Tomato 26S Proteasome subunit RPT4a regulates ToLCNDV transcription and activates hypersensitive response in tomato. *Scientific Reports* | 6:27078 | DOI: 10.1038/srep27078
- Sahu PP, Rai NK, Chakraborty S, Singh M, Chandrappa PH, Ramesh B, Chattopadhyay D, Prasad M (2010) . Tomato cultivar tolerant to *Tomato leaf curl New Delhi virus* infection induces virus-specific short interfering RNA accumulation and defence-associated host gene expression. *Molecular Plant Pathology*. 11:531-44.
- Sahu PP, Sharma N, Puranik S, and Prasad M (2014) Post-transcriptional and Epigenetic Arms of RNA Silencing: A Defense Machinery of Naturally Tolerant Tomato Plant against *Tomato Leaf Curl New Delhi Virus*. *Plant Molecular Biology Reporter*, 32: 1015. doi:10.1007/s11105-014-0708-2
- Sánchez JA, Lacasa A, Arnó J, Castañé C, and Alomar O (2008) Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes. *Journal of Applied Entomology*, 133 (2009), 125–132.
- Sanchez JL and Caoili BL (2015): Identification of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes using the molecular marker, cytochrome c oxidase I (COI) gene. *Philippine Entomologist*, 29: 136-156

- Sohrab SS, Karim S, Varma A, Abuzenadah AM, Chaudhary AG, Damanhour GA, and Mandal B (2013) Characterization of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting cucurbits: evidence for sap transmission in a host specific manner. *African Journal of Biotechnology* 12, 5000–9.
- Tahir M and Haider MS (2005) First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting bitter melon in Pakistan. *New Disease Reports* **10**, 50 <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=010050>
- Tiwari AK, Sneshi SK, Khan MS, Sharma PK, Raj SK, and Rao GP (2012) Molecular detection and identification of *Tomato leaf curl New Delhi virus* associated with yellow mosaic and leaf curl disease of *Luffa cylindrica* in India. *Indian Phytopathology* 65, 80-4.
- Urbaneja A, Tapia G and Stansly P (2005) Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae) Biocontrol Science and Technology, 15(5): 513- 518.
- Venkataravanappa V, Reddy CN, Jalali S and Reddy MK (2015) Association of tomato leaf curl New Delhi virus DNA-B with bhendi yellow vein mosaic virus in okra showing yellow vein mosaic disease symptoms. *Acta virologica* 59 (2), 125
- Verlaan MG, Hutton SF, Ibrahim RM, Kormelink R, Visser RGF, Scott JW, Edwards JD and Bai Y (2013) The tomato yellow leaf curl virus resistance genes Ty-1 and Ty-3 are allelic and code for DFDGD-class RNA-dependent RNA Polymerases. *PLoS Genet* 9(3):e1003399
- Yazdani-Khameneh S, Golnaraghi AR and Rakhshandehroo F (2013) Report of a new begomovirus on melon in Iran. *New Disease Reports*, 28, 17.
- Zaidi, SS-A, Martin DP, Amin I, Farooq M. and Mansoor S (2016) *Tomato leaf curl New Delhi virus*; a widespread bipartite begomovirus in the territory of monopartite begomoviruses. *Mol. Plant Pathol.* 2016, in press.



Fig. 1. Distribución (en rojo) de ToLCNDV en el mundo



Fig. 2. Síntomas en calabacín (detalle en fruto)

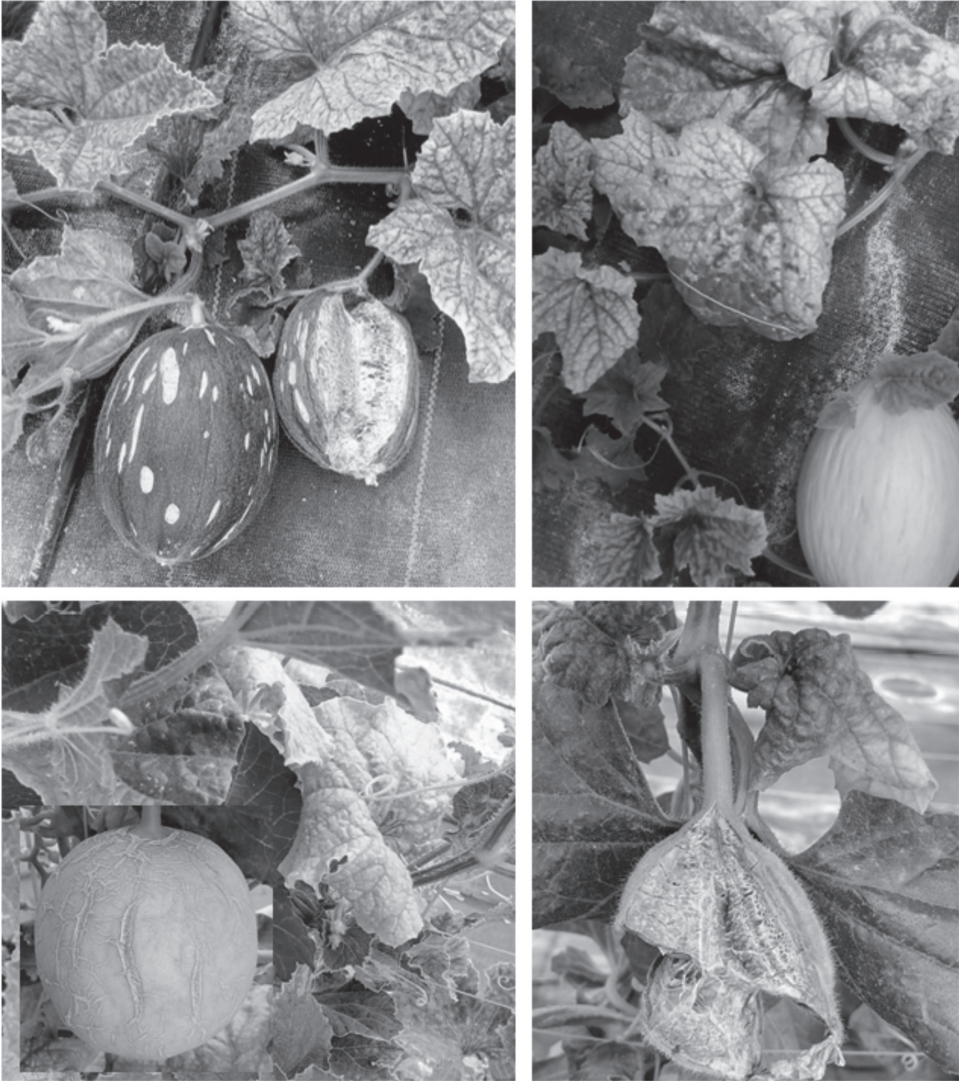


Fig. 3. Síntomas de ToLCNDV en hoja y fruto en melón. Arriba izquierda: Piel de sapo; derecha: amarillo Canario; abajo izquierda: Galia; derecha: Cantaloup.



Fig. 4. Protección frente ToLCNDV de plántulas de calabacín mediante manta térmica y captura de insectos vectores mediante placas amarillas en invernadero.



Fig. 5. Efecto de mallas mosqueteras (arriba) y antri-trips (abajo) en las ventanas laterales sobre la expresión de síntomas de ToLCNDV en pepino de invernadero.

PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA EN LAS NUEVAS PLANTACIONES DE ALMENDRO

José Manuel Durán Álvaro, Juana Isabel Páez Sánchez y Antonio Manuel Sánchez Megías

Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Sevilla Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía. Junta de Andalucía

INTRODUCCIÓN

España es uno de los principales productores de almendra a nivel mundial. Se cultivan unas 500.000 ha, en condiciones a menudo casi marginales, a pesar de lo cual se alcanza una producción en torno a las 50.000 Tm, considerada de gran calidad. El mayor productor mundial es EE.UU. (California) y en mucha menor medida Australia, la cual en esta década nos ha relegado al tercer lugar.

En Andalucía es un cultivo histórico con más de 150.000 ha. Esta superficie se ubica fundamentalmente en su mitad oriental (97%), por lo general en régimen de secano y malas condiciones edafoclimáticas.

Desde hace una década el almendro vive un proceso de transformación ya que se están incorporando numerosas explotaciones en las que este cultivo se maneja como un frutal más. Son plantaciones en mejores condiciones, con disponibilidad de agua y un elevado nivel de mecanización. Este proceso se ha acelerado en los últimos años con el atrayente de unos precios muy elevados.

Las primeras plantaciones experimentales en la provincia de Sevilla se iniciaron en 2.006 en un momento en que los precios estaban muy por debajo de los actuales y había más dudas que certezas. El impulso venía en parte de la necesidad de buscar cultivos alternativos a los tradicionales en crisis como el algodón, la remolacha y otros cultivos del Bajo Guadalquivir. Aunque en la actualidad el nuevo modelo de cultivo se ha decantado claramente en nuestra zona por el regadío, en su día también se abordó la posibilidad del secano e incluso recurrir al riego deficitario. Hoy las producciones medias de árboles en plena producción en regadío se sitúan por encima de los 2.000 kg/ha y se empieza a trabajar en otros modelos como el superintensivo.

En estos años se han puesto de manifiesto las dificultades que plantea este nuevo modelo de cultivo, siendo quizás las más reseñables las relacionadas con el marco de plantación, la poda o la recolección.

La intención de este trabajo es dar a conocer la problemática fitosanitaria detectada hasta el momento en este tipo de explotaciones en Andalucía occidental. Se ha enfocado dentro de una estrategia de producción integrada por considerar que es el modelo más racional en la actualidad.

MATERIAL Y METODO

Durante los años 2013 a 2015 se han seguido semanalmente varias plantaciones de almendro de la provincia de Sevilla situadas en las comarcas del Bajo Guadalquivir y La Vega.

Se trata de explotaciones de diferente tipología, entre 3 y 40 ha, tanto en riego como en secano. En todos los casos son plantaciones de 2006, ya en plena producción, de las variedades más frecuentes en la zona, predominando Guara.

Se ha aplicado el sistema de muestreo recogido en el Reglamento de Producción Integrada de Andalucía (ORDEN de 20 de marzo de 2012) y se han colocado diferentes tipos de trampas (feromona sexual, cintas, placas amarillas) para el seguimiento de aquellas plagas en que este método es posible.

La identificación de las distintas enfermedades se determinaba mediante el análisis de muestras con síntomas y su posterior identificación en el laboratorio. También se han considerado los diagnósticos efectuados en el Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal sobre muestras de almendro recibidas de otras parcelas y que en algunos casos eran visitadas posteriormente al objeto de detectar la incidencia, sintomatología y distribución de la enfermedad detectada.

RESULTADOS

PLAGAS

Pulgones

Los pulgones son una de las plagas que más tratamientos fitosanitarios genera en estos momentos. En nuestras condiciones la principal especie implicada es *Hyalopterus amygdali* (el pulgón harinoso) aunque la diferenciación morfológica dentro de este género es difícil y genera discusión, por lo que a menudo se relaciona la especie con el hospedante primario.

Es un pulgón de forma alargada y tamaño mediano, entre 1,5 y 2,5 mm. Tiene unos cornículos pequeños, cuya forma recuerda un barrilete. El color de los ápteros es verde pálido, con zonas de un verde más oscuro, pero cubiertos de cerosidad.

Es una especie dioica, detectándose en invierno sus huevos en la base de yemas y axilas de las ramas del almendro. Desde principios de marzo desarrolla al menos una generación en el almendro cuyos máximos poblacionales se alcanzan a lo largo del mes de abril. Desde finales de abril se produce una migración paulatina a su huésped secundario el carrizo (*Phragmites communis*) por lo que en mayo sus poblaciones pueden considerarse residuales. En el carrizo se desarrolla de forma asexual hasta el otoño en que vuelve al almendro.

Se alimenta en el envés de las hojas provocando su rizamiento y causando daños tanto directos por su alimentación como indirectos por la fumagina que crece en la melaza.

Otras especies se encuentran ocasionalmente pero su incidencia es mucho menor, se trataría de *Myzus persicae* (el pulgón verde del melocotonero) y *Pterochloroides persicae* (el pulgón de la madera). El primero de ellos se ha detectado solamente en marzo-abril, en forma de individuos aislados y sin llegar a provocar síntomas. En cuanto al pulgón de la madera, de gran tamaño, con grandes patas y tonos marrones con manchas blanquecinas, suele encontrarse formando grandes plastones en los troncos y ramas gruesas. Se alimentan directamente de la madera produciendo gran cantidad de melaza, por lo que generalmente están atendidos por hormigas y es frecuente que el suelo alrededor del tronco aparezca manchado.

Ácaros

Las arañas son otra de las pocas plagas que pueden llegar a necesitar de algún tratamiento fitosanitario.

Durante la primavera se ha detectado en algunas fincas un tetraníchido de color pardo verdoso, aplastado y con grandes patas, es *Briobia rubrioculus*, Pasa el invierno en forma de huevos en la base de las yemas y es la especie más precoz. Posteriormente desarrollará varias generaciones en el cultivo pero sus síntomas apenas son apreciables y no llega a producir daños.

También puntualmente ha aparecido *Eutetranychus orientalis* en parcelas cercanas a plantaciones de cítricos. Sus poblaciones se incrementan a lo largo del verano y es en otoño cuando pueden provocar el amarilleamiento generalizado de los árboles.

Las principales especies de ácaros detectadas han sido tanto *Tetranychus urticae* como *Panonychus ulmi*. Ambas se han encontrado en los almendros de las distintas zonas de seguimiento pero el predominio de una especie u otra se asocia al tipo de cultivo de dicha zona. En las zonas de cultivos herbáceos (algodón, girasol, maíz, remolacha,...) es más abundante la primera de ellas, en tanto que en La Vega, con profusión de frutales y cítricos, *P. ulmi* es la especie más frecuente.

Ambas especies se encuentran en los almendros fundamentalmente de julio a septiembre, con máximos poblacionales en agosto. Son fechas cercanas a la recolección, por lo que de intervenir se suele esperarse a finalizar la recolección. No es raro que en esas fechas las poblaciones caigan de forma natural, sea por su propia dinámica poblacional, el stress a que suele someterse a los árboles en ese momento o por la presencia de altas poblaciones de *Stethorus* sp., La presencia de este pequeño coccinélido, de color negro brillante en su estado adulto, se correlaciona con la de la araña roja, sobre la que actúa

específicamente. Ocasionalmente se han encontrado otros auxiliares como crisopas y fitoseidos pero en cifras muy reducidas.

Las poblaciones más elevadas de estos ácaros se han asociado en unos casos a la llegada desde cultivos vecinos agostados (maíz, algodón,...) y en otros al uso excesivo de insecticidas. El manejo de la vegetación espontánea huésped puede ser una herramienta de gran utilidad.

Mosquito verde

Los mosquitos verdes son cicadélidos de intenso color verde con la peculiaridad de que sus ninfas se desplazan lateralmente. La especie que hemos detectado en los almendros de nuestra zona es *Asymmetrasca decedens* cuyos adultos miden 1,5-2 mm de longitud y se les ve andando por el envés de las hojas, tardando en iniciar el vuelo. Depositán los huevos insertados en los brotes tiernos y en los nervios principales de las hojas.

Los adultos pueden encontrarse en el cultivo prácticamente todo el año si exceptuamos los meses de ausencia de hojas, en que buscan otros huéspedes perennes. No obstante las poblaciones primaverales son muy reducidas. Las primeras ninfas comienzan a observarse a finales de abril o principios de mayo, alcanzando un primer máximo a mediados de junio. Durante el verano las poblaciones se mantienen a niveles moderados para producirse un nuevo aumento en otoño, con individuos procedentes de otros cultivos como el algodón. Sus poblaciones se asocian a la presencia de brotes tiernos, por lo que en las parcelas de secano se limita al periodo primaveral.

En la mayoría de las nuevas zonas de cultivo del almendro, esta especie se encuentra sobre un gran número de huéspedes, en la práctica totalidad de los cultivos habituales así como en la flora espontánea, produciéndose movimientos migratorios entre éstos.

Se alimentan succionando savia de los nervios principales. Afectan sobre todo a hojas y brotes tiernos, ocasionando deformaciones, amarilleamiento y necrosis en las partes apicales de las hojas. Este tipo de daños pueden ser importantes en árboles en formación pero sólo en caso de muy fuertes ataques afectaría a árboles en plena producción.

Cochinillas

Las cochinillas son un importante problema en la mayoría de los frutales. Uno de sus daños se traduce en el debilitamiento de los árboles pero el componente más grave de sus daños está relacionado con su presencia en los frutos, algo que se elude en el caso del almendro al aprovecharse su semilla.

Hemos detectado tres especies en almendro pero a razón de una especie por parcela. En el caso en que las poblaciones han sido más importantes se trataba de *Parlatoria oleae* (la cochinilla violeta). Al tratarse de una parcela previa-

mente cultivada de olivos y en la actualidad rodeada por éstos, es muy probable que fueran la fuente de infección. Afectaba exclusivamente a troncos y ramas, los cuales llegaban a estar completamente cubiertos de caparazones. A la salida del invierno se encuentran bajo ellos los cuerpos de las hembras y los huevos, ambos de color violáceo. Las ninfas móviles se detectan desde primeros de abril hasta finales de mayo. Posteriormente, entre finales de julio y principio de septiembre, se detecta una segunda generación de ninfas.

En otra de las parcelas la especie presente era *Quadraspidiotus persicae* (Piojo de San José) si bien en este caso se trataba de un foco muy reducido. Utilizando trampas de feromona sexual, las capturas más elevadas se han producido en el vuelo de primavera, marzo-abril. Posteriormente hay un pequeño vuelo en junio, apenas perceptible en las trampas, y sendos vuelos en agosto y octubre.

Por último en una parcela ha aparecido en primavera una población muy reducida, prácticamente testimonial, de *Coccus hesperidum*, asociada a la proximidad de huertos con diferentes árboles frutales.

En ninguno de estas parcelas se ha apreciado repercusión en la producción. La propia poda de los árboles reduce la población y la confina al tronco y ramas principales. Como hemos dicho, al tratarse de un fruto seco no repercute en la comercialización.

Los casos con una mayor presencia de cochinillas se han asociado a una mayor presión de insecticidas, por lo que es muy importantes no incurrir en tratamientos innecesarios o desequilibrantes.

Orugas

En California la principal plaga del almendro es la oruga *Amyelois transitella*, especie no presente en Europa. En nuestra zona se encuentra una especie próxima *Apomyelois* (syn. *Ectomyelois*) *ceratoniae* que hemos encontrado ocasionalmente atacando las almendras. Se trata de un pirálido muy polífago, plaga de pistachos y nogales, apareciendo a menudo en los frutos de algarrubos.

Es abundante en almendras que se quedan prendidas en el árbol tras la recolección. Se alimenta del endocarpio (cáscara) que deja como una filigrana hueca pero en algunos casos, penetra alcanzando la pepita, presumiblemente por debilidad del fruto o por el momento en que éste fue atacado. En los almendros se detectan orugas activas de todas las edades desde otoño a primavera y con un pico de crisálidas en la primera quincena de marzo.

También perteneciente a la familia Pyralidae, *Cliptobables gnidiella* es una especie polífaga, muy frecuente en Andalucía, que hemos detectado en los almendros. La oruga es de color marrón rojizo a negruzco y de muy rápidos

movimientos. Vive en el exterior de la almendra, bajo el "capote" y parece alimentarse de restos vegetales aparentemente sin incidencia en la almendra.

Ocasionalmente ha aparecido una pequeña oruga de color rosa: *Anatrachyn-tis badia*. Es un microlepidóptero perteneciente a la familia Cosmopterigidae introducido en numerosos países de la UE. Durante el invierno parece mantenerse en parada invernal en estado de larva grande, para crisalidar en febrero-marzo. La larva actúa como oportunista en frutos dejados en las plantas de numerosas especies y en el caso del almendro vive dentro de la cáscara pero sin alcanzar la pepita.

Phyllonorycter cerasicolella es un microlepidóptero minador de hojas, perteneciente a la familia Gracillariidae, que se ha detectado en diferentes parcelas de estudio. Se alimenta entre ambas epidermis, en galerías de forma circular, provocando que la hoja del almendro al continuar su desarrollo se deforme y aparezca arqueada. La oruga vira del blanco al rosa presentando el protórax mucho más desarrollado. La crisálida se desarrollaba en el interior de la galería y el adulto resultante tiene una envergadura alar de unos 7-8 mm y colores muy característicos. Se han observado 4 generaciones con presencia continua de galerías activas desde abril a septiembre, pero no parece producir daño económico.

En otros frutales de la zona la oruga que en algunos casos produce daños es *Anarsia lineatella*. Su seguimiento mediante trampas de feromona sexual refleja 4 generaciones entre abril y octubre, con poblaciones de adultos crecientes a lo largo del año. Las larvas pueden afectar a los frutos, algo que no ha ocurrido durante nuestros seguimientos de almendros, o a los brotes, daño que sólo en alguna ocasión hemos apreciado, mucho más evidente y perjudicial en el caso de árboles en formación.

Tigre del almendro

Esta plaga se corresponde con un hemíptero de la familia Tingidae: *Monosteira unicastata*. Tanto adultos como ninfas se alimentan succionando la savia para lo que provocan unas picaduras en las hojas que se tornan blanquecinas. Se ubican en el envés y a menudo se acompañan de abundante melaza y excrementos negruzcos.

Es una plaga de la cuenca mediterránea que ataca fundamentalmente al almendro pero que se ha citado en otros frutales de hueso y en árboles no frutales como chopos o álamos. Se desarrollan varias generaciones a partir de la primavera, pero en nuestros muestreos no se ha apreciado hasta agosto y sólo en algunas parcelas. Las poblaciones más altas se han alcanzado en septiembre, tras la recolección, pero es un periodo importante para acumular reservas de cara a la siguiente campaña, por lo que no debe ser menospreciado.

En nuestra zona puede considerarse en la actualidad una plaga secundaria pero en países como Turquía o Italia tiene una gran incidencia, por lo que es un insecto a tener en cuenta a fin de no alterar su actual estatus.

Gusano cabezudo

Capnodis tenebrionis es un coleóptero bupréstido que suele ser un problema secundario de los frutales de hueso en general, asociado a condiciones de cultivo, en especial a árboles con déficit hídrico, bien en secano, con riego deficitario o durante periodos de sequía. Estas condiciones no se han dado en las parcelas de almendro que hemos estudiado, por lo que no se ha detectado esta plaga. En la zona ha aparecido algún caso de almendros con daño importante asociado a la proximidad de parcelas de frutales abandonadas.

El daño principal es el causado por sus larvas, de hasta 70 mm que se alimentan del sistema radicular provocando la depresión del árbol e incluso su muerte. Los adultos se alimentan en las hojas y brotes de la parte aérea, lo que facilita su detección.

El control debe basarse en primer lugar en intentar corregir las condiciones ambientales y agronómicas que favorecen esta plaga y en su caso actuar contra los adultos en los periodos de presencia de éstos, para evitar la puesta: a la salida de los adultos procedentes de los refugios de invierno, en abril-mayo, y a la emergencia de los adultos del año, en julio-agosto. En el caso del almendro en este último periodo habría que tener cuidado con el plazo de seguridad.

Otros insectos

En los años de estudio han aparecido puntualmente otros problema de escasa entidad, asociados a condiciones muy concretas de algunas parcelas, como es el caso de *Polydrusus pilosulus*, un curculiónido de color verdoso metalizado, polífago y muy presente en toda la península, que aparece en los almendros desde marzo hasta mediados de mayo. Las larvas se desarrollan en el suelo pero los adultos se alimentan de las hojas provocando unas escotaduras características, aunque no consideramos que pueda llegar a afectar a la producción.

Ni en los seguimientos que realizan los técnicos en campo ni en las prospecciones oficiales ha aparecido en nuestra zona *Eurytoma amygdalii* (la avispija del almendro). Al tratarse de una plaga de reciente aparición en España pero en fase de expansión, es importante que ante su detección en una nueva zona se informe a las autoridades fitosanitarias.

ENFERMEDADES

Las principales enfermedades que se han encontrado en almendro son las ocasionadas por hongos y fundamentalmente los que atacan a la parte aé-

rea, aunque en algunas plantaciones jóvenes se han podido detectar graves problemas de patógenos de suelo. La incidencia de las enfermedades varía de unos años a otros ya que está muy condicionada por las condiciones climáticas.

ENFERMEDADES DE ORIGEN TELÚRICO:

Verticilosis

La verticilosis es una enfermedad ampliamente conocida y extendida en nuestra zona. Causa daño principalmente en parcelas con poblaciones altas del hongo *Verticillium dahliae* y en árboles jóvenes de 2-3 años.

Los síntomas que ocasiona son los de una traqueomicosis que puede afectar a una parte del árbol mientras que otras quedan sanas. Suelen comenzar por la punta de los brotes y los márgenes de las hojas, éstas adquieren una tonalidad amarillenta o blanquecina y después se marchitan. Un síntoma muy típico es el curvado de los brotes en forma de "cayado de pastor". Al realizar un corte de las ramas afectadas se aprecia una coloración marrón en la zona de los vasos.

Algunas de las parcelas, actualmente cultivadas de almendro lo eran antes de olivo o algodónero, siendo normal que en el suelo se encuentren microesclerocios de *V. dahliae*. Estas estructuras de supervivencia pueden permanecer muchos años en el suelo, en ausencia del huésped y pueden ser dispersados de una parcela a otra por el viento, los aperos, el agua de riego y por el material vegetal.

Se recomienda cortar y destruir las ramas afectadas.

Podredumbre del cuello y raíz causada por Fitoftora

Los daños ocasionados por *Phytophthora* están muy extendidos y pueden llegar a ser graves dependiendo de las condiciones climáticas, del cultivo y de la especie del patógeno implicada. En nuestro laboratorio se han aislado cuatro especies distintas en este cultivo: *P. megasperma*, *P. nicotianae*, *P. palmivora* y *P. niederhauserii*.

Los síntomas aéreos son difíciles de diferenciar de otras enfermedades que afecten al sistema radicular, como *Rosellinia*, *Armillaria* o asfixia radicular. Se aprecia un debilitamiento general del árbol, clorosis en hojas, menos frutos y más pequeños, seca de brotes y ramas; produciéndose una degeneración progresiva a lo largo de los años. En algunas ocasiones se produce la muerte repentina del árbol que sufre un colapso y se queda con las hojas adheridas o bien se defolia.

Se pueden presentar chancros a nivel del suelo e incluso más arriba en plantas jóvenes, estas lesiones pueden ir acompañadas de la presencia de goma

y debajo de la corteza de las mismas el tejido toma una coloración marrón. El patógeno puede ocasionar podredumbre de raicillas, quedando necróticas y en ellas se desprende fácilmente la corteza.

El patógeno puede estar en el terreno o bien ser introducido en la parcela con el suelo, el agua o el material de plantación. El ciclo del patógeno está muy ligado a la presencia de agua libre en el suelo, necesaria para la germinación, multiplicación, dispersión e infección del patógeno.

Es fundamental utilizar plantas sanas, libre de la enfermedad y evitar los encharcamientos. En parcelas ya contaminadas, al realizar las nuevas plantaciones, se deben utilizar patrones tolerantes o resistentes.

Podredumbre blanca radicular

Se ha detectado en algunas plantaciones jóvenes esta enfermedad producida por el hongo *Rosellinia necatrix*.

Los síntomas aéreos son bastante inespecíficos: los árboles parece que tienen sed y se marchitan y/o defolian. Se produce un decaimiento del árbol que puede ser lento, tardando varios años en morir, o sufrir un colapso repentino, quedándose a menudo con las hojas secas pegadas al mismo. El decaimiento lento suele ocurrir en árboles de más edad y el colapso en los más jóvenes. Las raíces infectadas pardean y posteriormente se ennegrecen.

El hongo forma cordones miceliarios que penetran directamente en las raicillas y desorganizan sus tejidos. Progresan por el interior y exterior de las raíces a otras más gruesas y puede llegar hasta la base del tronco. Se dispersa al ponerse en contacto las raicillas con otras de árboles infectados, por las labores culturales, con el movimiento de suelo y cuando se planta material infestado.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido en los suelos pesados con alta humedad, alto contenido de materia orgánica y temperaturas entre 20-25°C. Al necesitar mucho oxígeno su desarrollo está limitado a las capas superficiales del suelo.

Nematodo de las agallas

Los nematodos de las agallas son relativamente frecuentes en nuestros suelos y atacan a multitud de especies vegetales, tanto herbáceas como arbóreas. En nuestra zona, se han detectado *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*.

Los síntomas aéreos son poco específicos, suelen comenzar con una aparente falta de vigor y de crecimiento; más tarde se observan clorosis y/o defoliaciones apicales. Un síntoma muy característico son las necrosis marginales foliares, probablemente debidas a carencias u otros problemas fisiológicos inducidos por los nematodos. En plantaciones jóvenes y con altas poblaciones de nematodos los plantones pueden llegar a morir.

Las raíces de las plantas afectadas presentan unos abultamientos, nódulos o agallas, de tamaño y forma variables, pudiendo unirse y llegar a formar una especie de rosario.

Los daños son más acusados cuando interactúan con otros patógenos del suelo (*Verticillium*, *Fusarium*, etc.).

Meloidogyne son endoparásitos sedentarios que se desarrollan en el interior de las raíces y tienen varios ciclos al año. La duración de su ciclo de vida depende de la temperatura y humedad del suelo y la especie del nematodo. En condiciones óptimas un ciclo completo puede transcurrir en menos de un mes.

Dentro de la parcela, la dispersión en el suelo es muy lenta, aunque la favorecen las prácticas agrícolas que conlleven movimientos de tierra, riegos, etc. La introducción en nuevas parcelas se produce con el suelo o con la plantación de material infectado.

Los daños son más importantes en suelos arenosos, cuando los árboles sufren cualquier tipo de estrés o se utilizan patrones sensibles.

Tumores del cuello

No está siendo un problema. Se trata de una bacteria, *Agrobacterium tumefaciens*, que produce tumores o agallas de tamaño variable, entre 1 y 15 cm; éstos al principio son carnosos y claros y más tarde se vuelven duros, oscuros y rugosos.

El daño depende de la cantidad y localización de los tumores en el sistema radicular pudiendo causar un debilitamiento general del árbol.

Se debe usar material vegetal sano y evitar en la medida de lo posible las heridas, ya que las bacterias penetran por ellas. Los patrones presentan distinta susceptibilidad a la enfermedad

ENFERMEDADES AÉREAS

Antracnosis

La antracnosis es una enfermedad fúngica producida por el hongo celomiceto *Colletotrichum acutatum* que puede ser muy grave en primaveras lluviosas.

Aunque afecta a flores, frutos, hojas y ramas de almendro, los síntomas más característicos se dan en frutos formados. En la cáscara se aprecian manchas más o menos circulares, deprimidas, de color entre naranja y marrón, y abundante goma. El hongo puede penetrar hasta las semillas y matar el embrión. Los frutos afectados pueden caer o quedar momificados en el árbol.

Las lesiones de las hojas son blanquecinas, decoloradas, pueden empezar por el borde o el ápice y avanzar hasta la mitad de la hoja, o bien afectarla completamente.

Brotes y ramas que tienen frutos infectados a menudo se infectan y mueren debido a la acción de unas toxinas producidas por el hongo.

El patógeno sobrevive en el árbol en los frutos momificados y a partir de ahí se producen las infecciones en pedúnculos y ramas. El tiempo húmedo y las temperaturas suaves (10-25°C) favorecen la esporulación, infección y desarrollo de la enfermedad. En estas condiciones los ciclos se pueden producir en 7-10 días y se dan numerosos ciclos secundarios, hasta que cesan las lluvias.

Hasta ahora todas las variedades de almendro son susceptibles a la enfermedad. Es conveniente disminuir el inóculo del patógeno eliminando los frutos momificados y las ramas secas.

Para su control se deben realizar aplicaciones fungicidas con productos autorizados desde la caída de los pétalos y repetir a los 10-15 días. En parcelas con historial de antracnosis, los tratamientos pueden comenzar antes, desde el comienzo de la floración (10-15%) o botón rosa y si la primavera es lluviosa se deben realizar más aplicaciones cada 7-10 días alternando las materias activas. Fungicidas usados para controlar otras enfermedades, como cribado o monilia, pueden también ser efectivos para esta enfermedad.

Cribado

El cribado es una enfermedad producida por *Stigmia carpophila*, un hongo deuteromiceto que afecta al almendro y a otras especies del género *Prunus*. Los síntomas se pueden confundir con una toxicidad por cobre, herbicidas u otros productos.

El hongo puede llegar a marchitar y deshidratar brotes, yemas y flores pero los síntomas más típicos se dan en las hojas. Las lesiones foliares comienzan como pequeñas manchas circulares púrpuras o marrones de 3-10 mm de diámetro, más tarde aumentan de tamaño y aparecen rodeadas por un halo amarillo o verde claro. Si las condiciones son húmedas se pueden apreciar las fructificaciones del hongo en el centro de la mancha. En condiciones secas y cálidas, el tejido lesionado se cae rápidamente dejando un agujero circular limpio, al que se debe el nombre común de la enfermedad. Puede producir defoliación. No afecta a las hojas lignificadas.

En ramitas y brotes puede ocasionar manchas circulares similares a las foliares.

Los frutos afectados presentan en su superficie pequeñas manchas púrpuras, a veces levantadas y secas, con un centro más claro.

La enfermedad se da con temperaturas superiores a 2-3°C e inferiores a 27-28°C y humedad y puede ser grave durante períodos de lluvia prolongado ya que se dan numerosos ciclos secundarios.

Los tratamientos químicos dependerán de las condiciones climáticas y de la presencia de inóculo en la parcela. Puede ser conveniente realizar un tratamiento con compuestos cúpricos en otoños húmedos y, si hay inóculo y se prevén lluvias, realizar tratamientos con los productos autorizados a la caída de los pétalos o al inicio de la primavera

Fusicoccum o chancro

El fusicoccum o chancro del almendro, es una enfermedad ocasionada por *Phomopsis amygdali* que afecta a almendro y melocotonero. Es una enfermedad común en zonas con elevada humedad ambiental como las zonas costeras.

Los síntomas se presentan al final del invierno y en primavera. Consisten en una desecación progresiva de yemas, flores y brotes. En los brotes afectados pueden observarse chancros ovalados, preferentemente alargados y deprimidos, de color marrón, situados generalmente alrededor de la base de las yemas, a veces con exudados gomosos. El número de chancros por ramas es variable, ya que suele afectar a un importante número de yemas.

La desecación de los brotes puede ser ocasionada por los chancros que estrangulan su base o bien por la acción de toxinas producidas por el hongo que provocan una muerte rápida, quedando a veces adheridas las hojas secas.

En algunos casos, los síntomas se pueden confundir con los ocasionados por otros patógenos, principalmente por *Monilinia laxa* o por fitotoxicidad.

El hongo sobrevive en los chancros de las ramas. Las infecciones más numerosas se producen en otoño, cuando se dan precipitaciones. El hongo produce conidios que son arrastrados por el agua y penetran a través de las heridas que quedan a la caída de las hojas. Lluvias o ramas mojadas junto con temperaturas suaves de 12-15°C favorecen la germinación de las esporas y la infección; al bajar las temperaturas en invierno la enfermedad se detiene y queda latente. El hongo coloniza los tejidos del nudo y entrenudo produciendo nuevos chancros; también produce una toxina que transportada por la savia se desplaza a la parte apical de los brotes e impide el cierre de los estomas, produciendo el marchitamiento de esta zona. En primavera se pueden dar ciclos secundarios

Las maderas de más de dos años y los brotes más vigorosos se ven menos afectados, por lo tanto un abonado racional con una relación K/N más alta puede aumentar la resistencia a la enfermedad. También es conveniente eliminar las ramitas afectadas, cortando por debajo del chancro para disminuir el inóculo.

Existe distinta sensibilidad varietal que se debe tener en cuenta a la hora de realizar nuevas plantaciones. Los tratamientos fungicidas sólo son efectivos cuando se realizan preventivamente, se recomiendan a la caída de las hojas

y antes de la hinchazón de las yemas y se podrían repetir durante periodos húmedos que coincidan con podas o prácticas agrícolas que causen heridas.

Moniliosis

La moniliosis del almendro es una enfermedad fúngica ocasionada por un ascomiceto, *Monilinia laxa*, que afecta al almendro y a distintos frutales de hueso como melocotonero y ciruelo.

Los síntomas consisten en quemazón y seca de flores que quedan adheridas a la rama. A partir de la flor se produce la infección de los brotes y ocasiona un chancro en la zona de inserción de la flor. Los chancros de los brotes son ovalados y con goma. A veces el chancro estrangula completamente el brote y éste se seca desde ahí hasta el extremo distal, permaneciendo con las hojas secas adheridas.

Puede atacar a frutos, ocasionando manchas secas, ovaladas y grisáceas, preferentemente en la zona de unión con el otro fruto. Estos frutos se momifican.

Los síntomas se pueden confundir con los ocasionados por heladas o fusicoccum, siendo conveniente analizar las muestras en un laboratorio.

El hongo inverna en ramas, flores, y frutos. Las bajas temperaturas (óptima 10°C) y una alta humedad relativa (superior al 85%) favorecen la producción de conidios que son dispersados por el viento y la lluvia e infectan las flores. Esto puede ocurrir desde que emergen las flores hasta la caída de los pétalos, pero son más susceptibles cuando están abiertas. Los estambres y el estigma son los sitios de entrada preferidos, aunque la alta humedad facilita la entrada a todas las partes de la flor excepto a los sépalos. La enfermedad se da con un amplio margen de temperaturas (4-30°C) y frecuentes lluvias o rocíos.

Las medidas de control deberían comenzar con la reducción del inóculo, eliminando los brotes y ramas afectadas y los frutos momificados. En caso de ser necesario se pueden realizar tratamientos químicos desde la aparición de los estambres hasta la caída de pétalos (estados fenológicos E-F).

Mancha ocre

La mancha ocre es una enfermedad fúngica causada por el hongo *Polystigma amygdalinum* que se encuentra muy extendida por los países mediterráneos y del Oriente próximo. Causa importantes defoliaciones en ciertas variedades de almendro particularmente susceptibles, como Guara.

Sólo afecta a las hojas. La enfermedad comienza con manchas de color verde suave, más claro que el propio color de las hojas; estas lesiones se pueden apreciar en las dos caras de las hojas y se distribuyen de forma aleatoria por toda la copa del árbol.

Las manchas son circulares, elípticas o irregulares de 1-2 cm de diámetro, su color amarillo al principio cambia a naranja o rojo; más tarde las lesiones adquieren un aspecto costroso y viran a marrón oscuro o casi negro. Las manchas se vuelven ligeramente cóncavas en la cara superior que se corresponde con una zona convexa y elevada en el envés.

En caso de fuertes ataques se pueden producir importantes defoliaciones en verano, que se asocian a un descenso en la producción.

La enfermedad se produce a partir de las ascosporas que se forman en las hojas caídas en el suelo. Las lluvias y períodos de fuerte humedad favorecen la liberación de las mismas que se produce a partir de febrero hasta junio. El periodo de incubación de la enfermedad es de 35 a 40 días. La mayor incidencia de la enfermedad en las hojas se da en junio.

Los factores más importante para el desarrollo de la enfermedad son: la cantidad de inóculo primario, las temperaturas moderadas, las lluvias en primavera y el cultivo de variedades susceptibles. La sequía, junto a unas temperaturas estivales elevadas, acentúan las defoliaciones y generan una situación de estrés en la planta que agrava los efectos de la enfermedad.

El control de la enfermedad debe comenzar con la eliminación de las hojas del suelo, retirada, picado o aplicación de urea cristalina para su destrucción en invierno.

Lepra

La lepra es una enfermedad fúngica provocada por *Taphrina deformans* que afecta al almendro y a otras especies del género *Prunus* como melocotonero y albaricoquero.

Los primeros síntomas aparecen en la brotación. El hongo ocasiona una hipertrofia de los tejidos que se traduce en un engrosamiento del limbo foliar; éste crece más deprisa que los nervios produciéndose deformaciones, abolladuras y enrollamientos de las hojas. También se produce un cambio de coloración, del amarillo al rojo intenso y más adelante, en periodos de humedad, el haz adquiere un aspecto blanquecino o grisáceo debido a las fructificaciones del patógeno. Las hojas se pueden necrosar y caer prematuramente.

Los brotes afectados aparecen distorsionados y deformados.

Los síntomas en frutos son más raros. Éstos se arrugan y presentan lesiones irregulares, como verrugas, que pueden cubrir hasta la mitad del fruto, aunque no afectan a la almendra.

Se controla con tratamientos preventivos de fungicidas a la caída de las hojas y en el hinchamiento de las yemas e inicio de la brotación. Si no se han podido realizar aplicaciones en invierno y la enfermedad ya está establecida, los tratamientos primaverales no son de utilidad.

En el caso de infecciones importantes es conveniente mantener el vigor del árbol mediante riegos y abonados adecuados.

Roya

La roya, una enfermedad producidas por los hongos *Tranzschelia pruni-spinosae* y *T. discolor*. Causa defoliación en el almendro, aunque su importancia suele ser escasa en nuestra zona.

Los síntomas iniciales consisten en pequeñas lesiones cloróticas angulares de 1-2 mm en el haz de las hojas. Estas manchas están delimitadas en forma y tamaño por las nerviaciones foliares y más tarde se pueden agrupar varias y tomar un color amarillo dorado. En el envés de las hojas se aprecian pústulas pulverulentas de color naranja a marrón debidas a las fructificaciones del hongo.

Las hojas jóvenes son más susceptibles y la roya se extiende en condiciones húmedas y cálidas especialmente al final de la primavera y en el verano.

Existe diferente susceptibilidad varietal. En general suele causar poco daño y no requiere tratamientos específicos.

Podredumbre gris

Se ha detectado *Botrytis cinerea* infectando frutos. La infección comienza al final de la floración, en los tejidos senescentes de pétalos y anteras. En los frutos se aprecian manchas grisáceas o marrones, en las que en condiciones de humedad se pueden ver las fructificaciones del patógeno.

La infección se origina a partir de los tejidos senescentes de las flores con tiempo fresco y húmedo. Los conidios se desarrollan en unas 8 horas con condiciones óptimas de luz, alta humedad relativa y temperaturas de 15-20°C. La descarga de los conidios se ve favorecida por los cambios de humedad y su germinación se produce cuando la humedad relativa es superior al 98%.

Roña

Se ha encontrado *Venturia carpophila* infectando hojas, ramitas y frutos, pero el daño causado ha sido escaso.

Los síntomas comienzan por pequeñas manchas cloróticas más o menos circulares que se vuelven más oscuras cuando el hongo comienza a esporular. Las lesiones desarrolladas son de más de 1 cm. de diámetro y de color marrón oscuro. Pueden coalescer varias y provocar la caída de las hojas.

En los frutos causa manchas pequeñas, circulares y superficiales que aumentan de tamaño, se vuelven más oscuras y frecuentemente coalescen, pero no provocan la caída del fruto ni afecta a la almendra. Produce lesiones superficiales en ramitas, de ovaladas a circulares, algo hundidas y de color marrón.

También se ha detectado en nuestra zona, afectando a árboles aislados de algunas parcelas, el chancro espumoso. Los síntomas son muy llamativos, se caracterizan por la producción de abundante goma espumosa acuosa, al principio blanquecina y después de color rojizo que puede llegar a formar charcos en el suelo y que tiene un olor característico a alcohol. Esta enfermedad, de origen desconocido, se ha encontrado en distintas parcelas de almendro tanto en España como en otros lugares del mundo.

En el futuro se debe estar alerta para evitar la entrada en nuestra Comunidad de dos bacteriosis que son patógenos de cuarentena: *Xylella fastidiosa* y *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni*. Esta última se ha detectado en almendro causando importantes daños en otras zonas de España. En caso de observar síntomas sospechosos de estas bacterias se debe contactar con las autoridades fitosanitarias

CONCLUSIONES

El nuevo modelo de cultivo del almendro que se está desarrollando implica un nuevo concepto también en los aspectos fitosanitarios. Aunque el enfoque se aproxima al de otros árboles frutales, es de destacar la menor presión de plagas que tiene hasta el momento. Esto es consecuencia tanto de su características de especie más rústica y mejor adaptada a nuestras condiciones, del aprovechamiento que se hace de la semilla y, del poco tiempo transcurrido desde su adaptación a un sistema productivo más intensivo. Es importante por tanto no incurrir en tratamientos innecesarios o desequilibrantes. Es determinante conocer la dinámica de las posibles plagas y en especial su relación con otros huéspedes de la zona, así como sopesar el daño que realmente producen.

En cuanto a las enfermedades la situación es distinta. Hay una importante afectación de diversos patógenos relacionada tanto con el cambio en el tipo de cultivo como con las variedades escogidas, así Guara es muy sensible a mancha ocre y cribado. Otras enfermedades como monilia, fusicoccum y antracnosis se han comportado con cierta virulencia y pueden ocasionar importantes daños con tiempo húmedo.

Es fundamental vigilar la sanidad del material vegetal a la hora de realizar nuevas plantaciones para evitar la entrada de patógenos de suelo como *Phytophthora*, *Rosellinia* o *Meloidogyne* que pueden hipotecar la plantación.

Es de reseñar la diferencia de manejo del cultivo en función del tipo de agricultor, según procedan del entorno de los frutales o de los cultivos herbáceos.

Aunque las prácticas tienden a ir convergiendo, aún se aprecia esta influencia en el número de aplicaciones fitosanitarias.

Por último queremos señalar el bajo número de productos fitosanitarios registrados en este cultivo, algo atribuible en parte al reducido uso que de ellos se venía haciendo en el pasado. Por otra parte el almendro está incluido en la legislación europea sobre LMRs en el listado de los frutales de cáscara, no dentro de los frutales de hueso, lo que reduce la disponibilidad de sustancias activas. Todo ello se traduce en una menor eficacia en el control y en un mayor riesgo de aparición de resistencia.

AGRADECIMIENTOS

Estos trabajos no hubieran podido hacerse sin la colaboración de los técnicos Juan Cabello, Manuel Fuentes, Valentín Poley, José María y Francisco Quejo y Juan Luis Viveros, tanto por poder disponer de las distintas parcelas (gracias también a sus propietarios) como por aportarnos la información agronómica. Del mismo modo, el conocimiento que ellos han ido adquiriendo de este cultivo ha sido la base para nuestros trabajos y siguen siendo para nosotros una guía de referencia.

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA SANIDAD VEGETAL. "TELEDETECCIÓN"

Sergio Rodríguez González

Socio/Fundador SmartRural Ingeniero Técnico Agrícola INEA Valladolid

Diego Merino Andres

Responsable Teledetección SmartRural. Ingeniero Forestal

PLANIFICACIÓN DE VUELOS RPA

Parcelación y objetivo de estudio

Dependiendo del patógeno objetivo de estudio, se planificará la resolución espacial mínima necesaria para cubrir dicho objetivo. Es una de las mayores ventajas que ofrecen los RPAS frente a los satélites. Además de poder alcanzar unas resoluciones espaciales mucho más altas, esta se puede modificar en función de las necesidades cambiando la altura de vuelo.

Elección plataforma de vuelo

Dependiendo de la superficie a volar y los objetivos del estudio, se debe elegir que plataforma de vuelo que ofrezca unas características más adecuadas. En función a su forma de sustentación, se habla de RPAS de ala fija y multirrotor.

De manera general, si el objeto de estudio es pequeño y delimitado, tiene sentido el uso de un multirrotor. Sin embargo, si la aplicación requiere cubrir varias hectáreas de terreno, los drones más adecuados serán de ala fija. Esto se traduce en una mayor cobertura por minuto de vuelo; es decir, una plataforma más eficiente. Si se requiere el acceso a lugares estrechos, inaccesibles donde se exige mayor maniobrabilidad, es obvio que la elección solo deja una opción, el multirrotor. Sin embargo las alas fijas tienen la ventaja de tener una mayor resistencia al viento, mayor velocidad crucero y posibilidad de volar a mayor altura.

Multirrotor

Estas plataformas de vuelo cuentan con varios pares de hélices distribuidas simétricamente. Estos drones pueden transportar una o varias cámaras, dependiendo de la carga de pago máxima de cada plataforma (Figura 1).

Estos equipos tienen gran estabilidad durante el vuelo y gran maniobrabilidad. Se pueden tomar fotografías muy nítidas a una baja altura, lo que les hace idóneos para estudios de pequeña superficie y en los que la precisión es lo más importante. Pueden conseguir resoluciones espaciales de hasta 2-3mm/píxel. Habitualmente se vuela con un solape en torno al 60% (Torres-Sánchez *et al.*, 2013). Además, tienen una mayor versatilidad para instalar diferentes

sensores sobre la misma plataforma de vuelo, existen cámaras bastante pesadas que actualmente solo se pueden ser cargadas por un multirroto.

Figura 1: Cámaras equipadas (dcha.) y plataforma de vuelo (izda.).



Ala fija

Estos equipos son ideales cuando se quieren cubrir grandes distancias (hasta 50 ha en un solo vuelo) y la resolución espacial que se necesita es centimétrica. Este tipo de equipos son los más adecuados para cubrir grandes superficies en poco tiempo, por lo que son las plataformas de vuelo más adecuadas para la comercialización de esta tecnología en las grandes explotaciones agrícolas. Con los equipos de ala fija se puede conseguir una resolución espacial suficiente como para realizar estudios a nivel de parcela en la gran mayoría de los cultivos existentes.

Un ejemplo de ala fija versátil y resistente es el eBee Plus de Sensefly (Tabla 1), el cual puede ser equipado con una cámara RGB ligera (Sony WX, S.O.D.A), una cámara multispectral (MultisPEC, Sequoia) o bien una cámara termográfica (ThermoMAP). Además tiene incorporado un GPS RTK, por lo cual tiene una precisión absoluta entre 4-7 cm sin necesidad de apoyo de Puntos de Control (GCP).

Tabla 1: Especificaciones técnicas eBee Ag.

Especificaciones técnicas	
Autonomía de vuelo	45 minutos
Velocidad de crucero nominal	40 – 90 km/h
Alcance de conexión de radio	Hasta 3 km
Resistencia al viento	Hasta 45 km/h
Tamaño de píxel (GSD)	Hasta 2 cm/píxel
Precisión relativa del orto mosaico	1 – 3 x GSD
Precisión absoluta horizontal/vertical (sin GCP)	Hasta 4/7 cm
Planificación de vuelo 3D	Automática

Elección del sensor

Dependiendo del estudio que se vaya a realizar, se valorará la posibilidad de volar con uno o más tipos de cámaras (Peña *et al.*, 2015).

RGB

Son cámaras compactas tradicionales, las cuales toman fotografías en el rango de luz del espectro visible. Poseemos las cámaras S.O.D.A y Sony-WX, que van montadas sobre el eBee Plus e eBee Ag respectivamente. En la tabla 2 se muestran las especificaciones técnicas de la Sony-WX.

Tabla 2: Características Sony-WX

Especificaciones técnicas	
Sensibilidad espectral	3 bandas (450 nm, 520 nm y 660 nm)
Tamaño de la imagen	18 Mp
Resolución a 100m	2,5 cm/píxel
Formato de salida	JPEG o RAW

Con este tipo de cámaras se obtienen las mejores resoluciones espaciales, ya que tienen mayor tamaño de la imagen que las cámaras térmicas o multispectrales. Estas cámaras se utilizan cuando hace falta una imagen bonita y de gran precisión. Pueden ser muy útiles para realizar cálculos de volumen o de biomasa (Torres-Sánchez *et al.*, 2015) ya que consiguen representaciones en 3D prácticamente reales.

Multiespectrales

RECTIFICACIÓN DE LA REFLECTANCIA

Nuestro *agroSensor* corrige la señal de reflectancia. Los datos son más fiables y precisos que una imagen tomada con una cámara de fotos clásica.

El *agroSensor* mide:

-  INTENSIDAD DE LA LUZ INCIDENTE
-  COLOR DE LA LUZ REFLEJADA
-  ÁNGULO DE INCIDENCIA DEL SOL

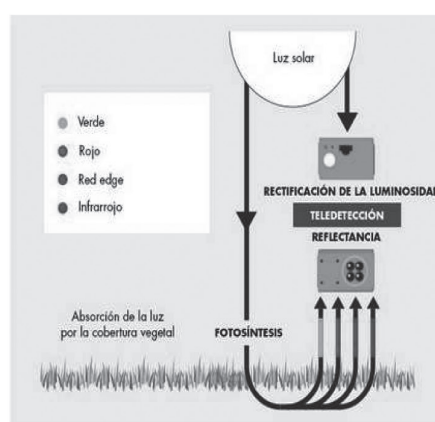


Figura 2: Firma espectral de la vegetación sana y Bandas de Sequoia.

Son cámaras que captan información en rangos del espectro de luz no visible, generalmente en la longitud que corresponde al Límite Rojo-Infrarrojo Cercano. Estas cámaras han sido las más utilizadas para analizar los cultivos ya que es en estos rangos donde la vegetación presenta mayores diferencias espectrales dependiendo de su estado (Figura 2).

MultiSPEC y Sequoia

MultiSPEC y Sequoia (tabla 3 y figura 3) son dos sensores multispectrales que pueden equiparse sobre el eBee Plus de Sensefly. Su principal ventaja es que ambos corrigen la reflectividad de manera directa. Con un gris de calibración, antes de realizar cada vuelo se realiza un ajuste de la cámara. Además, un luxómetro registra la luminosidad en el momento de tomar cada fotografía, por lo que también realiza correcciones en función a las posibles diferencias de radiación durante el vuelo.

Tabla 3: Características MultiSPEC y Sequoia.

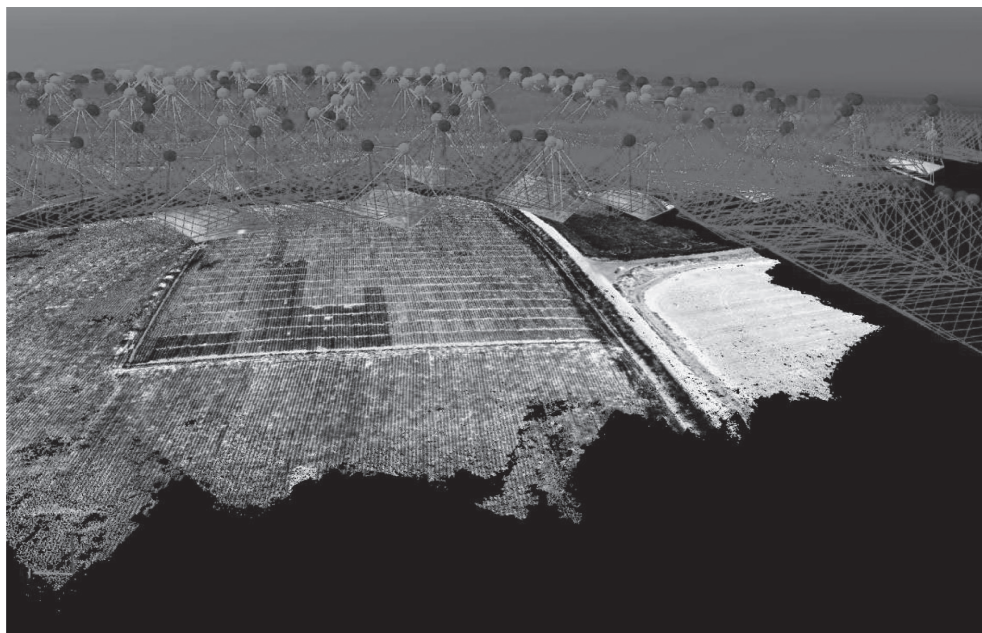
Especificaciones técnicas	
Sensibilidad espectral	4 bandas (550 nm, 660 nm, 735 nm y 790 nm)
Tamaño de la imagen	4 sensores de 1,2 Mp
Resolución a 100m	10 cm/píxel
Calibración	Automática. Tiene un luxómetro y un gris de calibración que permite obtener reflectividades de manera directa
Formato de salida	TIFF

Figura 3: Cámara MultiSPEC.



Software de vuelo (eMotion 3)

Se utiliza para planificar los vuelos del eBee Plus. Es un *software* comercial muy sencillo de utilizar, que permite realizar una planificación rápida y dinámica (Figura 4). Nos permite ir ajustando los diferentes parámetros de vuelo a la vez que realizamos la planificación, recalculando de manera instantánea las pasadas de vuelo, el número y localización de los waypoints y la altura de vuelo. Además, una vez tenemos el vuelo establecido a nuestro gusto permite realizar una simulación del vuelo bajo diferentes condiciones atmosféricas. Esto es muy útil para estimar cuál sería la duración de la batería y tener una referencia más real para poder optimizar al máximo la realización del vuelo en el campo.



Es necesario optimizar la altura de vuelo para que se la máxima necesaria para cada objetivo, de esa manera se podrá cubrir la mayor superficie posible en cada vuelo (Mesas-Carrascosa *et al.*, 2015). El solape longitudinal y lateral tendrá que ser de un 80-85% para conseguir una buena unión de mosaico.

Con este *software* también realizaremos el vuelo e iremos controlando en todo momento donde se encuentra el eBee Plus. Este programa está diseñado específicamente para utilizarlo con equipos de la marca Sensefly, por lo que no se puede utilizar para volar con otro tipo de plataformas.

Puntos de Control (GCP)

Cuando queramos mejorar la precisión absoluta de la georreferenciación del RPA, se deberán colocar unas dianas repartidas por toda el área de vuelo a modo de GCP y georreferenciar con un GPS de solución centimétrica. Se aconseja tomar entre 4 y 6 GCPs por vuelo, de esa manera 3-4 GCP/vuelo se utilizarán como referencia para realizar el ensamblaje de las fotografías y 1-2 GCP/vuelo se utilizará para comprobar la desviación en el posicionamiento de la localización inicial y final del GCP (error de posicionamiento absoluto). Si el RPA tiene incorporada una GPS RTK no será necesario tomar GCP en campo.



Siempre que realicemos un vuelo se debe realizar una comprobación en campo del estado del cultivo. Las diferencias de vigor/verdor en la vegetación pueden estar causadas por diferentes factores, por los que debemos comprobar que efectivamente se trata del ataque de un patógeno.

TRATAMIENTO DE DATOS RPA

Generación del ortomosaico

Para realizar una correcta ortorrectificación, los vuelos se deben haber planificado de manera adecuada. Dos opciones para generar el orto mosaico son los *software* Pix4D Mapper Pro (Pix4D SA, Lusanne, Suiza) y Agisoft PhotoScan Professional Edition software (Agisoft LLC, San Petersburgo, Rusia).

La generación del ortomosaico es un proceso costoso para el cual se necesitan ordenadores con una buena tarjeta gráfica y mucha memoria RAM (Pix4D).

CPU: Intel i7 5820K (6 núcleos).

RAM: DDR4-2400 32 GB.

SDD: Crucial MX100 256 GB.

GPU: Nvidia GTX 770.

Con estas máquinas, la generación del ortomosaico e índices de vegetación suele llevar entre 8-12 horas para cada vuelo. Si el preprocesado se hace con un ordenador portátil convencional (Intel Core i7-450U CPU@2.0GHz, 8GB RAM y GeForce 820M) el proceso se puede alargar hasta más de 48 horas.

Clasificación de la imagen

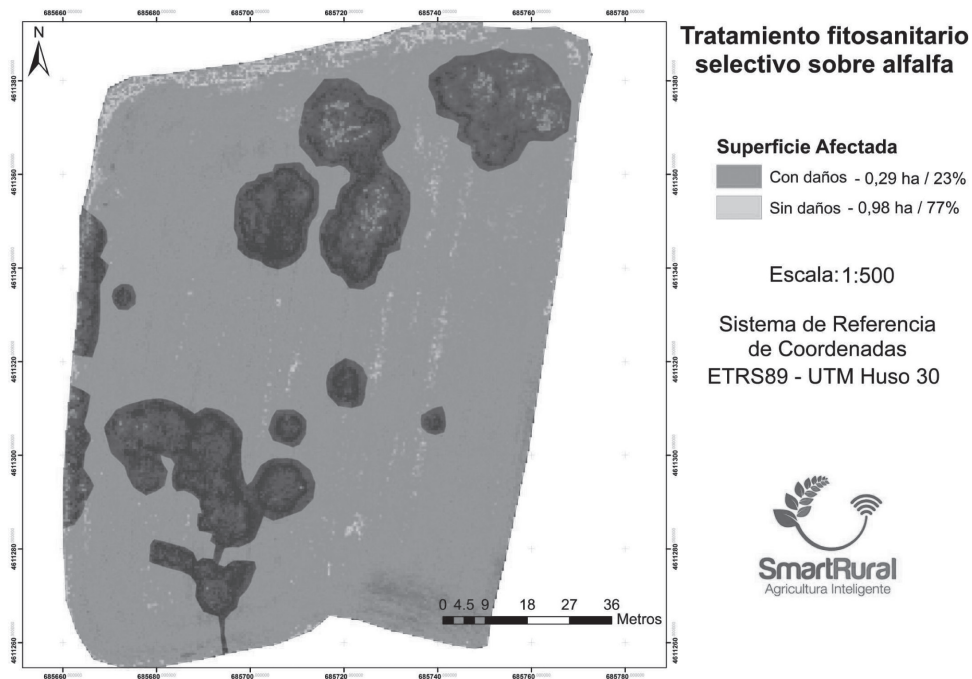
La clasificación de la imagen es el proceso crucial en el tratamiento de los datos. A través de este procedimiento se discriminan los píxeles en diferentes categorías, las cuales sirven de base establecer los resultados y en algunas ocasiones también para contrastar con la verdad terreno. Es importante contar con buenos índices para que a través de las diferentes imágenes, maximicen las diferencias observables en ellas y mejoren el proceso de clasificación. La clasificación se puede realizar a partir de técnicas automatizadas o a través de fotointerpretación.

Los modelos matemáticos son importantes para predecir variables físicas que sean de interés para el cultivo, como por ejemplo el contenido NPK o el porcentaje de humedad de la planta, hay variables físicas que se relacionan bien con determinados índices (Zou *et al.*, 2015). Se busca que el índice responda de manera adecuada al factor que queremos predecir, la respuesta espectral de la imagen se puede ver condicionada por la presencia de vegetación en el suelo u hojas caídas, lo que puede generar errores en la interpretación de los índices (Li *et al.*, 2015).

Clasificación automatizada

Tradicionalmente la clasificación de imágenes automatizada se ha realizado generando índices y posteriormente discriminando los píxeles en base a umbrales numéricos de los valores del índice o de la respuesta espectral de la

foto (Bellvert *et al.*, 2014). También a través de los métodos de clasificación Supervisada, que discrimina las clases en base a una muestra de píxeles, y No supervisada, que discrimina de manera automática entre un número de clases predeterminado.



Cada método presenta ciertas ventajas, pero en general todos tienen errores graves para diferenciar ciertas clases como sombra y vegetación (Bellvert *et al.*, 2014), o diferentes tipos de vegetación que tengan una respuesta espectral similar. Estas limitaciones son debidas principalmente a que la clasificación se basa exclusivamente en el valor de información contenido en cada píxel, es decir, todas estas son clasificaciones basadas en la resolución espectral de la imagen.

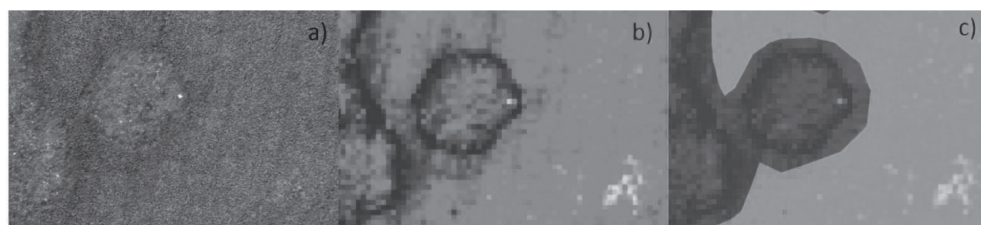
Desde hace algunos años, se vienen desarrollando las técnicas de clasificación de imágenes basadas en objetos (OBIA). Esta técnica consigue agrupar píxeles contiguos con cierto grado de homogeneidad formando objetos (polígonos en formato vectorial). Los objetos se definen en base a las diferentes imágenes que sean de interés y a unos factores que determinan el tamaño y forma que deben tener los objetos. Los resultados obtenidos a través la clasificación OBIA son sorprendentes y resultan mucho más precisos. Se ha conseguido clasificar de manera automática las plantas del cultivo, de las malas hierbas (Peña *et al.*, 2015), o cartografiar la copa de olivos, diferenciar estos

de malas hierbas a su alrededor y obtener la altura, área o volumen de copa del olivo entre otros (Torres-Sánchez *et al.*, 2015). Las mediciones obtenidas a través de OBIA son más precisas que las calculadas a través de los métodos tradicionales de campo, mucho más costosos (Torres-Sánchez *et al.*, 2015).

Fotointerpretación

La fotointerpretación consiste en clasificar las zonas de interés de manera manual, delimitando las diferentes zonas en polígonos. Es un trabajo laborioso, que exige cierta experiencia para interpretar las imágenes. Los patógenos que afectan a la parte foliar de la planta son detectables a partir de fotointerpretación (Figura 4).

Figura 4: Mal vinoso (*Rhizoctonia solani*) en alfalfa. a) Ortofoto RGB. b) Índice NDVI. c) Delimitación de la superficie dañada a través de fotointerpretación.



TELEDETECCIÓN APLICADA A LA SANIDAD VEGETAL

Utilizando las diferentes técnicas de clasificación se puede cartografiar las zonas afectadas por daños y de esta manera calcular la superficie afectada por el patógeno (Figura 5). De esta manera se puede realizar un peritaje agrario de una manera mucho más precisa. Además se pueden localizar las zonas donde el cultivo se encuentra afectado. El archivo vectorial se puede introducir en un tractor con aplicación de dosis variable o un drone aplicador. De esta manera se consigue aplicar el fitosanitario o herbicida únicamente en las zonas del cultivo donde es necesario. De esta manera se consigue un ahorro importantísimo en el uso de productos químicos, lo que supone un ahorro de costes y una mejora medioambiental.

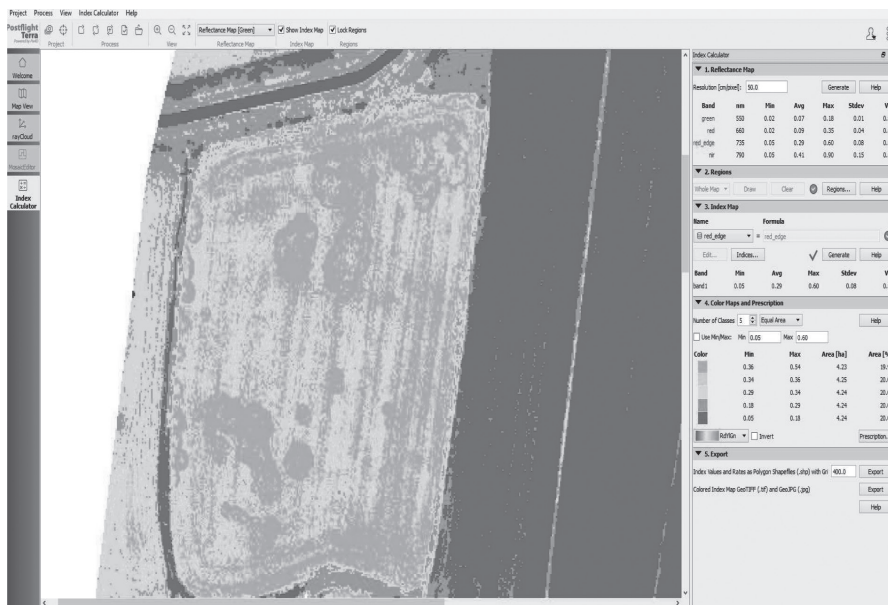


Figura 5: Determinación de la superficie afectada por daños de mal vinoso (*Rhizoctonia solani*) en alfalfa

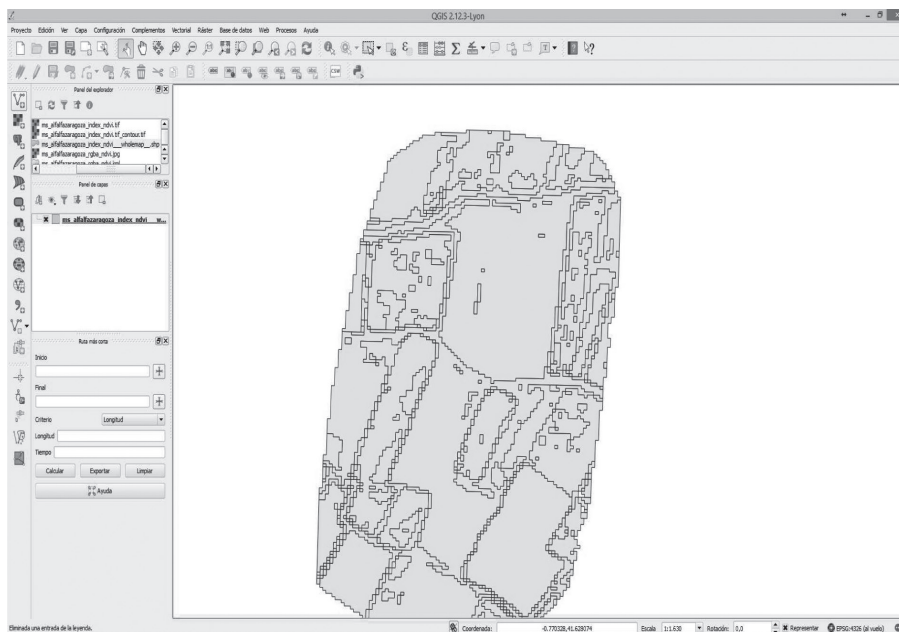


Figura 6: Parcela Zaragoza- Marzo 2016 -alfalfa Mal vinoso (*Rhizoctonia violácea*)-NVDI Mapa QGIS formato .shs para maquinaria VRA. Aplicación de dosis variable

NORMATIVA AESA PARA RPAS

Registro como piloto

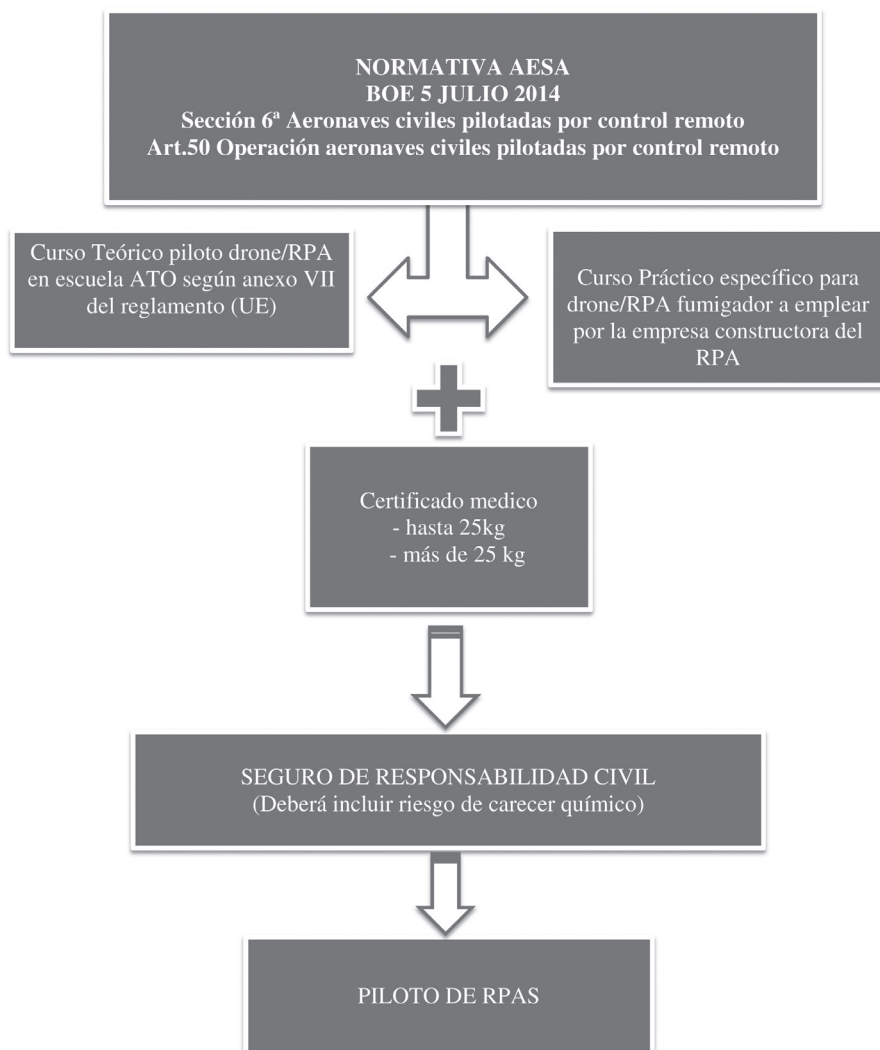
Curso teórico RPA

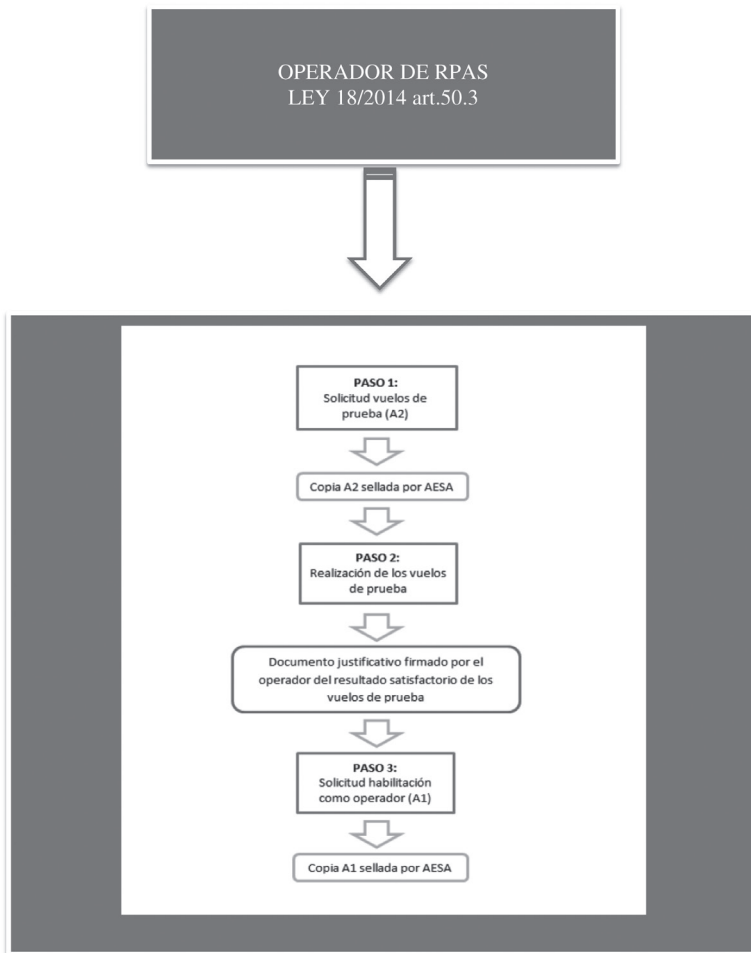
Curso práctico específico del RPA fumigador de cada empresa

NORMATIVA MAPAMA

Registro operador en el ROPO

Formación piloto aplicador





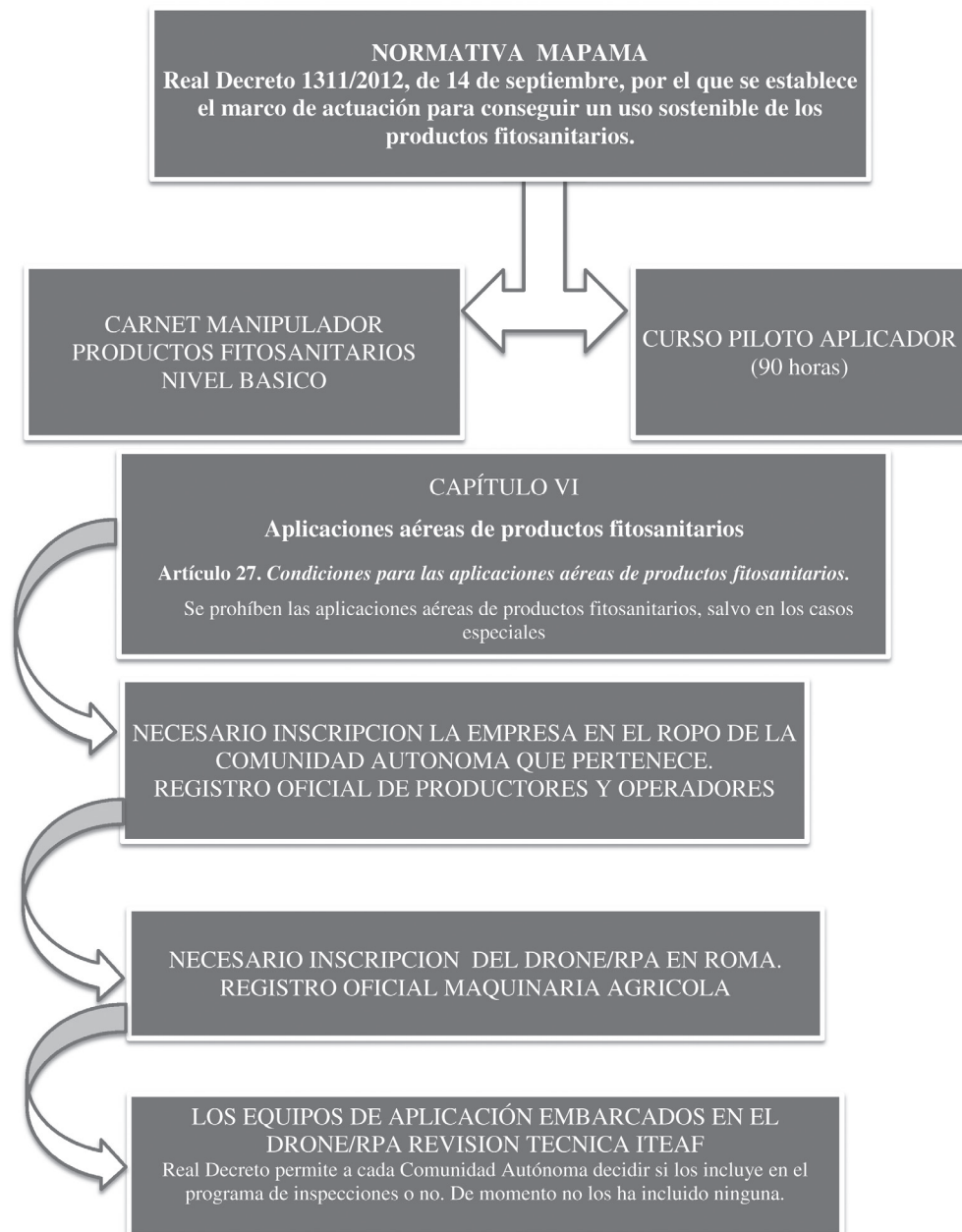
Documento solicitud AESA como operador RPA para Tipo de operación, nuestro caso tratamiento aéreos fitosanitarios



VOLVER AL INI ERESADU PUK AESA

	Apéndice A.1, art. 50.3	F-DSA-RPAS-01
	COMUNICACIÓN PREVIA Y DECLARACIÓN RESPONSABLE	
	para la realización de trabajos técnicos o científicos con aeronaves pilotadas por control remoto de hasta 25 Kg. de masa máxima al despegue (MTOM)	
	Edición 1.2	
		DSA

2. Operación de aeronaves pilotadas por control remoto				
En caso de operar en área(s) específica(s), emplazamiento o área(s) geográfica(s) de la operación:				
<p>Tipo de operación (de conformidad con lo dispuesto en la Ley 18/2014, art. 50.3):</p> <p>Actividades aéreas de trabajos técnicos o científicos (trabajos aéreos) (marcar todas las que procedan):</p> <p><input type="checkbox"/> Actividades de investigación y desarrollo.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Tratamientos aéreos, fitosanitarios y otros que supongan esparcir sustancias en el suelo o la atmósfera, incluyendo actividades de lanzamiento de productos para extinción de incendios.</p> <p><input type="checkbox"/> Fotografía, filmaciones y levantamientos aéreos (levantamientos topográficos, fotogrametría).</p> <p><input type="checkbox"/> Investigación y reconocimiento instrumental: calibración de equipos, exploración meteorológica, marítima, geológica, petrolífera o arqueológica, enlace y transmisiones, emisoras, receptor, repetidor de radio o televisión.</p> <p><input type="checkbox"/> Observación y vigilancia aérea incluyendo filmación y actividades de vigilancia de incendios forestales.</p> <p><input type="checkbox"/> Publicidad aérea mediante el uso de la aeronave.</p> <p><input type="checkbox"/> Operaciones de emergencia, búsqueda y salvamento</p> <p><input type="checkbox"/> Otros trabajos especiales (describir):</p>				
3. Aeronaves utilizadas (en caso de ser necesario añadir hojas suplementarias con los mismos datos):				
Clase de aeronave <small>(avión/ helicóptero/ multirrotor/ otros)</small>	Fabricante	Tipo / modelo	Nº de serie u otra identificación	MTOM



Equipos que están sujetos a inspección ITEAF

Afecta a los siguientes tipos de equipos

Los equipos de aplicación de productos fitosanitarios sujetos a la inspección deben:

- Estar inscritos en el ROMA (Registro Oficial de Maquinaria Agrícola) con anterioridad a la inspección. Es obligatorio tener la maquinaria de aplicación sanitaria, máquina de escardar o sulfatadora registrado en el ROMA a partir del año 2009 (Real Decreto 1644/2008).
- Usarse para tratamientos agrícolas y forestales.
- Usarse por el propio titular para su explotación o usado para dar servicios a terceros (profesionales).
- Maquinaria móvil de aplicación arrastrados o suspendidos o automotrices, utilizados en el ámbito agrícola y/o forestal, como no agrícola (jardinería, etc.).

Los equipos se corresponden con alguno de los siguientes tipos:

1. Pulverizadores hidráulicos también llamados de barras y pistolas, sulfatadoras y máquinas de escardar.
2. Pulverizadores hidroneumáticos ¿se conocen normalmente como atomizadores
3. Pulverizadores neumáticos o nebulizadores
4. Pulverizadores centrífugos
5. Espolvoreadores.
- 6. Equipos montados sobre aeronaves o drones.**
7. Equipos fijos, suelen estar montados en el interior de los invernaderos.
8. Están excluidos las mochilas y las carretillas manuales con depósito inferior a 100 l.

Pero el Real Decreto permite a cada Comunidad Autónoma decidir si los incluye en el programa de inspecciones o no. De momento no los ha incluido ninguna.

Fecha límite para pasar la revisión

La maquinaria fitosanitaria con más de cinco años de antigüedad que no haya pasado favorablemente la inspección antes del 26 de noviembre de 2016 no se podrán utilizar.

BIBLIOGRAFÍA

- A.J. Mathews. 2014, "Object-based spatiotemporal analysis of vine canopy vigor using an inexpensive unmanned aerial vehicle remote sensing system", *Journal of Applied Remote Sensing*, vol. 8, pp. 085199.
- F. Mesas-Carrascosa, J. Torres-Sanchez, I. Clavero-Rumbao, A. Garcia-Ferrer, J. Peña, I. Borra-Serrano & F. Lopez-Granados. 2015, "Assessing Optimal Flight Parameters for Generating Accurate Multispectral Orthomosaics by UAV to Support Site-Specific Crop Management", *Remote Sensing*, vol. 7, no. 10, pp. 12793-12814.

- H. Li, C. Zhao, G. Yang & H. Feng. 2015, "Variations in crop variables within wheat canopies and responses of canopy spectral characteristics and derived vegetation indices to different vertical leaf layers and spikes", *Remote Sensing of Environment*, vol. 169, pp. 358-374.
- J. Bellvert, P.J. Zarco-Tejada, J. Girona & E. Fereres. 2014, "Mapping crop water stress index in a "Pinot noir" vineyard: comparing ground measurements with thermal remote sensing imagery from an unmanned aerial vehicle", *Precision Agriculture*, vol. 15, pp. 361-376.
- J.M. Peña, J. Torres-Sánchez, A. Serrano-Pérez, A. I. De-Castro & F. López-Granados. 2015. "Quantifying efficacy and limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology for weed seedling detection as affected by sensor resolution". *Sensors*, 15: 5609-5626. doi:10.3390/s150305609 (open access).
- J. Torres-Sánchez, F. López-Granados, A. I. De-Castro & J. M. Peña-Barragán. 2013. "Configuration and specifications of an unmanned aerial vehicle (UAV) for early site specific weed management". *Plos One*, 8(3): e58210. doi:10.1371/journal.pone.0058210 (open access).
- J. Torres-Sánchez, F. Lopez-Granados & J.M. Peña. 2015, "An automatic object-based method for optimal thresholding in UAV images: Application for vegetation detection in herbaceous crops", *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 114, pp. 43-52.
- J. Torres-Sánchez, F. Lopez-Granados, N. Serrano, O. Arquero & J.M. Peña 2015, "High-Throughput 3-D Monitoring of Agricultural-Tree Plantations with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology", *Plos One*, vol. 10, no. 6, pp. e0130479.
- Pix4D. [Visita a la web: 1-12-2015], "*Recommendations for Hardware and Software Configuration*", enlace.
- Zou, X., Hernandez-Clemente, R., Tammeorg, P., Torres, C.L., Stoddard, F.L., Maekelae, P., Pellikka, P. & Mottus, M. 2015, "Retrieval of leaf chlorophyll content in field crops using narrow-band indices: effects of leaf area index and leaf mean tilt angle", *International Journal of Remote Sensing*, vol. 36, no. 24, pp. 6031-6055.

MODELIZACIÓN DE ENFERMEDADES DEL OLIVAR: HERRAMIENTA DE TOMA DE DECISIONES "REPILOS"

Romero, J.¹, Roca, L.F.¹, Moral, J.^{1,2}, Rossi, V.³, Trapero, A.¹

¹Departamento. de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Edif. C4, 14071 Córdoba, España.

²Department of Plant Pathology, University of California, Davis, Kearney Agricultural Research and Extension Center, 9240 South Riverbend Ave., Parlier 93648, CA.

³Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica S. Cuore, Via E. Parmense 84, 29100 Piacenza, Italy.

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos más importantes de la olivicultura española es el control sostenible de las enfermedades aéreas del olivo. El Repilo, causado por el hongo *Venturia oleaginea* (= *Cycloconium oleagineum*, *Spilocaea oleagina* o *Fusicladium oleagineum*) (Fig. 1A), es la enfermedad más común del olivar, ocasionando graves defoliaciones que debilitan progresivamente al árbol y originan unas pérdidas de cosecha estimadas en más del 6%, aunque en ciertos años y lugares puedan resultar catastróficas (Andrés, 1991; Trapero y Blanco, 2008). Asimismo, la nueva olivicultura intensiva, que implica un sistema más forzado de cultivo (densidades mayores, riego y fertilizantes), está contribuyendo al incremento del Repilo y otras micosis aéreas que afectan a las hojas y a las aceitunas y que tienen especial relevancia en el olivar (Moral *et al.*, 2006; Trapero y Blanco, 2008). Entre estas últimas se encuentran la Antracnosis o aceituna jabonosa causada por *Colletotrichum* spp. (= *Gloeosporium olivarum*) (Fig. 1B) y el Emplomado o cercosporiosis debido a *Pseudocercospora cladosporioides* (Fig. 1C) (Trapero y Blanco, 2008), citadas en ocasiones deteriorando la calidad del aceite de oliva (Moral *et al.*, 2014; Pappas, 1993; Romero *et al.*, 2015). Las tres enfermedades pueden causar intensas defoliaciones y desecaciones de ramas en el olivo, por lo que en algunas comarcas olivareras se confunden bajo la denominación de "vivo" o "vivillo". Estas tres enfermedades, que hemos denominado con el nombre común de "Repilos", están extendidas por todas las regiones olivareras del mundo y han sido estudiadas extensamente por el Grupo de Patología Agroforestal de la Universidad de Córdoba (UCO) durante los últimos años, cubriendo numerosos aspectos desconocidos de su etiología, patogénesis, epidemiología y control (Ávila, 2005; Ávila *et al.*, 2005; Benítez *et al.*, 2005; González-Lamothe *et al.*, 2002; López-Doncel *et al.*, 1999; 2000; Marchal *et al.*, 2003; Moral, 2009; Moral *et al.*, 2005; 2007; 2008; 2009a,b; 2012; 2015, Moral y Trapero, 2009; Oliveira, 2003; Oliveira *et al.*, 2005; Roca *et al.*, 2015; Viruega, 1999; Viruega

et al., 2011; 2013; Zarco et al., 2007). A su vez, en los últimos años se ha observado un incremento del número de campos afectados por Tuberculosis (causada por la bacteria *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) y Lepra (causada por el hongo *Phlyctema vagabunda*) en España y Portugal debido a la intensificación de la mecanización en las nuevas plantaciones olivareras, que posibilita la entrada de estos patógenos a través de las heridas realizadas (Roca et al., 2014; Romero et al., 2016b; 2016). La relevancia de ambas enfermedades, provocando el debilitamiento generalizado del olivo, estimula a que sean consideradas en la gestión integrada de enfermedades aéreas del olivar.

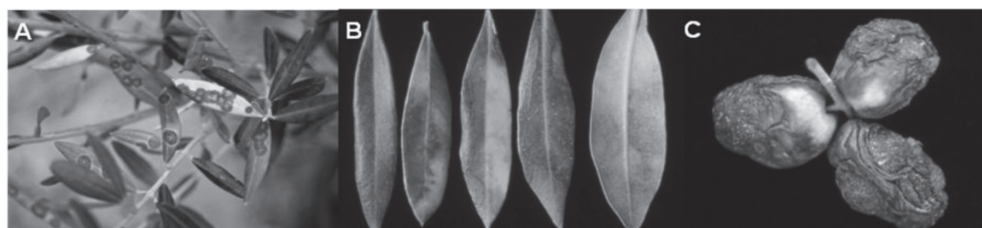


Figura 1. Síntomas característicos de los "Repilos": **A.** Repilo, **B.** Antracnosis, **C.** Emplomado.

EPIDEMIOLOGÍA

La biología de *V. oleaginea* (Fig. 2), agente causal del Repilo, es muy dependiente de diversos factores, tales como humedad relativa, temperatura, lluvia y prácticas culturales. El patógeno sobrevive fundamentalmente en las hojas infectadas que permanecen en el árbol. Por su carácter de parásito obligado, las hojas que caen al suelo tienen escasa importancia epidemiológica (Trapero et al., 1998; INIA, 2003). Los conidios son dispersados de los tejidos infectados por la lluvia a cortas distancias, ya que en estado seco no son separadas de los conidióforos con facilidad (Viruega et al. 2013). Ello hace que las sucesivas infecciones tengan lugar en sentido descendente en el árbol. La germinación de conidios sólo tiene lugar cuando existe agua libre (Civantos, 1992). Según Viruega et al. (2011), para que se produzca la germinación debe existir una humedad superior al 98%, con temperaturas en el rango de 0 a 27°C y el óptimo en torno a 15°C. Posteriormente, el establecimiento de la infección requiere agua libre o una atmósfera saturada de humedad durante 1 a 2 días, dependiendo de la temperatura, que presenta un amplio rango (5 a 25°C). Las hojas jóvenes (<1 año) se consideran más susceptibles que las hojas viejas (>1 año) (Viruega et al. 2011). El período de incubación, es decir, el tiempo que transcurre desde la infección hasta la aparición de los síntomas, tiene una gran importancia epidemiológica. El período de incubación para *F. oleagineum* es relativamente largo, aunque muy variable, pudiendo oscilar entre 4 y 15 semanas, en función de la temperatura, humedad relati-

va, variedad de olivo y edad de la hoja (Trapero *et al.*, 1998; López-Doncel *et al.*, 2000; Viruega *et al.*, 2011). Los estudios realizados sobre epidemiología del Repilo en condiciones de campo en Andalucía y mediante inoculaciones artificiales, nos han permitido identificar el final de la primavera (mayo-junio) como un momento especialmente crítico para la infección, que generalmente no ha sido considerado en estudios anteriores. Si este período se presenta fresco y lluvioso, la abundancia de inóculo y la existencia de hojas nuevas, que no están protegidas por fungicidas, dan lugar a infecciones más severas. Estas infecciones permanecen latentes durante el verano, sin producir caída de las hojas, y constituyen la fuente de inóculo principal para las infecciones de otoño-invierno (Trapero y Roca, 2004).

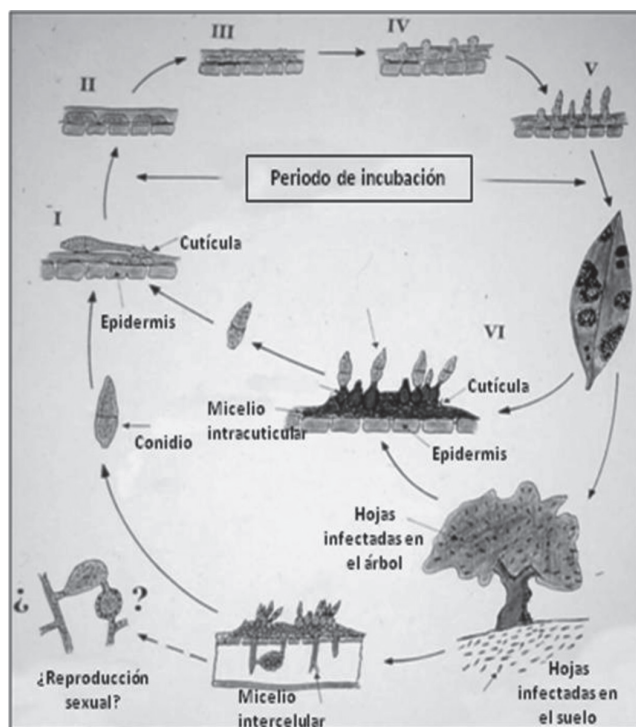


Figura 2. Modelo cualitativo del Repilo del olivo

En la Antracnosis, la principal fuente de inóculo son las aceitunas momificadas que quedan en la copa del árbol (Moral y Trapero, 2012), si bien el hongo podría sobrevivir de forma epífita en la copa del árbol (Trapero *et al.*, comunicación personal). *Colletotrichum* spp. produce una cantidad ingente de conidios que son dispersados a corta distancia por las salpicaduras de las gotas de lluvia durante la primavera, causando infecciones en las aceitunas en desarrollo (Moral y Trapero, 2012) (Fig. 3). Durante el oto-

ño, cuando las aceitunas infectadas cambian de color, el patógeno se reactiva causando la típica podredumbre de aspecto jabonoso debido a la abundante producción de conidios, que dan lugar a ciclos secundarios de la enfermedad. Durante esta época y si el fruto está maduro, la Antracnosis muestra un periodo de incubación de 4-10 días en los cultivares susceptibles, por lo que se considera una enfermedad policíclica (Moral *et al.*, 2008). Finalmente, el patógeno produce una toxina (Aspergillomarasmia B) en los frutos afectados que se moviliza causando el segundo síndrome: la desecación y muerte de ramas (Moral *et al.*, 2009a). La epidemia suele iniciarse durante la

primera quincena de noviembre y se incrementa de forma exponencial hasta diciembre, cuando la temperatura media baja ($\leq 15^{\circ}\text{C}$). Este hecho limita la salida de latencia del patógeno, de ahí que sea frecuente que la incidencia de aceitunas con infecciones latentes sea entre dos y tres veces superior a la de aceitunas con lesiones visibles. A su vez, la incidencia final está linealmente relacionada con la tasa de maduración de las aceitunas, por lo que los síntomas se adelantan en olivos de cultivares susceptibles cuyas aceitunas maduran más rápido (Moral *et al.*, 2008). Este hecho está condicionado por la epidemia del año anterior, ya que si ésta causó la seca de ramos fructíferos, los olivos muestran menor carga de aceituna adelantando su maduración. Ello, junto a la presencia de mayor número de momias (inóculo), explicaría la existencia de epidemias concatenadas entre años. Además, se ha observado que el desarrollo epidémico de la enfermedad es más rápido en las plantaciones en seto (>1900 árboles ha^{-1}) que en las plantaciones de alta densidad (204 a 816 árboles ha^{-1}) (Moral *et al.*, 2012).

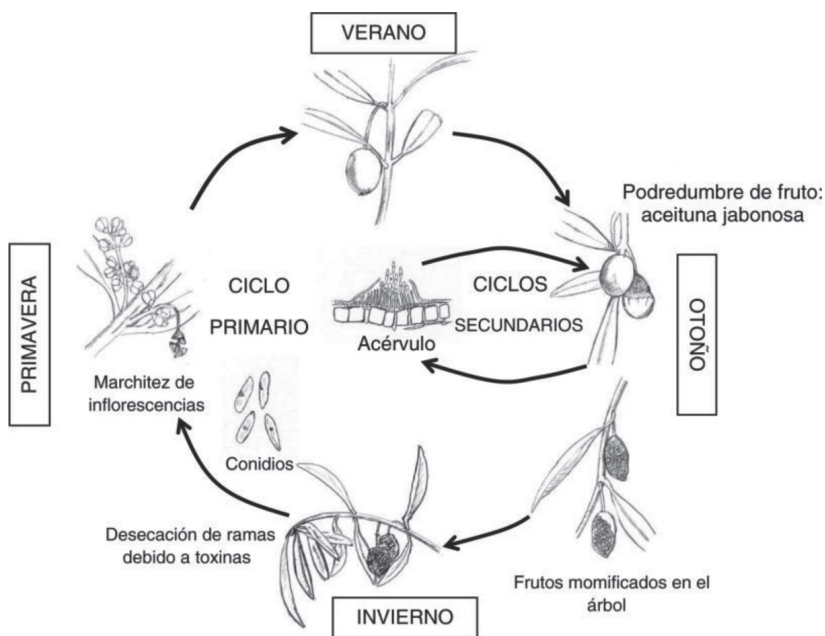


Figura 3. Modelo cualitativo de la Antracnosis del olivo

El ciclo del Emplomado, en contraposición a los anteriores, es más desconocido (Fig. 4). La infección es particularmente severa en plantaciones densas, con poca aireación, y se limita en muchos casos a la parte más baja del árbol. Esto es debido al microclima más húmedo y a la proximidad a las hojas caídas al suelo, que pueden servir de inóculo primario cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables para la infección. Los conidios producidos en las lesiones suponen el medio principal de multiplicación y dis-

persión del patógeno, estando adaptados para dispersarse a corta distancia, bien mediante salpicaduras de gotas de lluvia o por el viento, siempre que las condiciones de humedad sean favorables (Ávila *et al.*, 2004). El periodo epidémico abarca desde finales de octubre a principios de primavera, coincidiendo con los periodos de lluvias y temperaturas por debajo de 20°C (Ávila *et al.*, 2005). La aparición de los primeros síntomas de la enfermedad tiene lugar en otoño, con las primeras lluvias, alcanzando los valores máximos de intensidad en diciembre y enero. En los meses sucesivos, los síntomas de la enfermedad progresan observándose los síntomas típicos del emplomado con manchas en el envés de las hojas, de color gris ceniciento. En primavera se produce un segundo momento de infección, aunque parece ser de menor importancia que el de otoño. El inicio de la defoliación coincide con el periodo de maduración de la aceituna, originando el debilitamiento del árbol e influyendo en el rendimiento y calidad de la cosecha (Ávila, 2005; Romero *et al.*, datos no publicados). El período mínimo de incubación para desarrollar síntomas es de al menos 7 días en frutos y 30 días en hojas, cuando estos órganos se inoculan separados del árbol. El periodo de incubación de las infecciones foliares en plántones se prolonga hasta más de 10 meses, coincidiendo frecuentemente con el periodo de latencia, que concluye con la esporulación del hongo en las lesiones. Por ello, los síntomas de la enfermedad se observan principalmente en hojas viejas, aunque la infección ocurre en hojas jóvenes (<1 año) (Ávila, 2005; Romero *et al.*, 2016a). Los estudios de caracterización llevados a cabo ponen de manifiesto el amplio rango de temperaturas a las que puede desarrollarse el patógeno (Agustí-Brisach *et al.*, 2016).

desarrollarse el patógeno (Agustí-Brisach *et al.*, 2016).

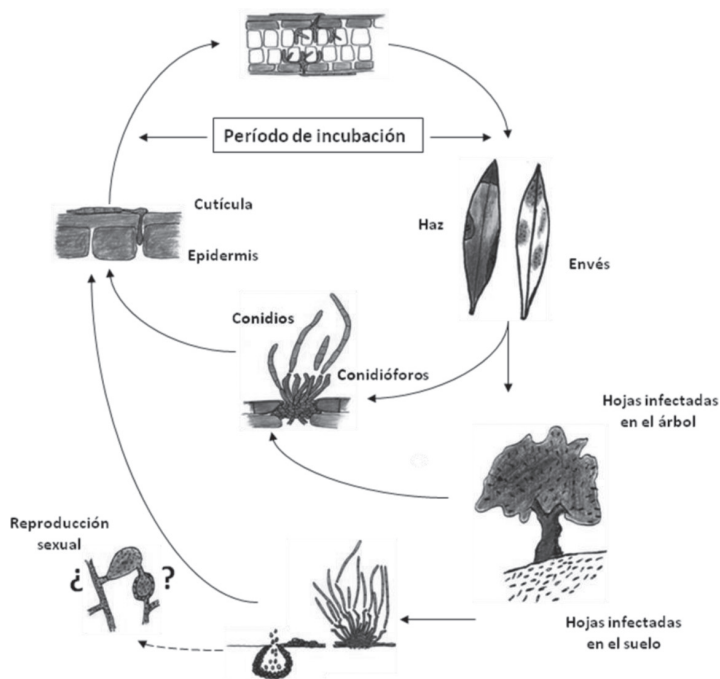


Figura 4. Modelo cualitativo del Emplomado del olivo

MODELIZACIÓN

Justificación

La integración de las medidas de control es la estrategia más conveniente, recomendada y eficiente para el manejo de las enfermedades de las plantas (Boller *et al.*, 2004; EISA, 2001; Trapero, 2011). La gestión integrada de ellas se plantea como un reto futuro de obligado cumplimiento en la Comunidad Europea. De este modo, se requerirá la unificación racional de todos los medios y estrategias disponibles para conseguir un control satisfactorio que permita obtener una cosecha elevada y de calidad con el mínimo impacto ambiental. Desde un punto de vista fitopatológico, integrar requiere conocer las interacciones entre las diferentes medidas de control aplicadas, la enfermedad a controlar y la interacción entre enfermedades, plagas y técnicas del cultivo (Trapero, 2011). Entre las medidas de control disponibles destacan algunas prácticas culturales y los métodos químicos. La resistencia genética y los métodos biológicos, aunque de uso todavía muy limitado, deben constituir también pilares básicos para el control integrado. Por último, es reseñable la importancia del uso de material vegetal libre de patógenos.

Los métodos de control químico, siguiendo las recomendaciones actuales de uso sostenible de productos fitosanitarios, deben utilizarse cuando las medidas alternativas de control resulten insuficientes (Martín Gil y Ruíz Torres, 2014). Sin embargo, tradicionalmente han sido la base del control de las enfermedades aéreas del olivo, principalmente mediante el empleo de fungicidas cúpricos, según un calendario de aplicaciones poco variable y no adaptado a las características del olivar (Tabla 1). Dicha estrategia tradicional de aplicaciones ha conllevado frecuentemente a un uso excesivo de productos cúpricos, resultando en niveles promedio de hasta 10 y 12 kg ha y año de cobre metal en olivar intensivo y superintensivo, respectivamente, al aplicar 1000 l ha⁻¹ con una dosis de 2 kg de compuesto cúprico.

Tabla 1. Aplicaciones fitosanitarias dirigidas al control de diferentes enfermedades/plagas en función de la densidad de plantación. Fuente: Asociación Española de Municipios del Olivo. Elaboración propia.

Momento	Enfermedad/Plaga	Tipo de Olivar			
		TNM ¹	TM ²	IN ³	SI ⁴
Invierno (Post-cosecha)	Tuberculosis	-	-	-	+
Final Invierno (Ene-Feb)	Repilo, Emplomado	-	-	(+)	(+)
Primavera-1 (Mar-Abr)	Rep. Tub, Glifodes	(+)	(+)	(+)	+
Primavera-2 (Abr-May)	Rep. Prays, Agusanado	+	+	+	+
Verano	Mosca, Prays	(+)	(+)	(+)	(+)
Otoño-1 (Sept)	Ant, Rep, Mos, Cochinilla	(+)	+	+	+
Otoño-2 (Oct)	Antracnosis	(+)	(+)	(+)	(+)
TOTAL (Rango)		1-4	2-4	2-5	4-7
TOTAL (Media)		2.0	3.0	4.0	5.0

¹ Tradicional no mecanizable (mayoritariamente en secano)

² Tradicional mecanizable (mayoritariamente en secano)

³ Intensivo (mayoritariamente en regadío)

⁴ Superintensivo (mayoritariamente en regadío)

*Entre paréntesis los tratamientos opcionales y variables en función del año y la localización.

Por ello, futuras normativas europeas dirigidas a la reducción del uso de fungicidas cúpricos hasta cantidades de 4-6 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de cobre metal, podrían suponer un problema fitosanitario en aquellas fincas con unas características agroclimáticas favorables para el desarrollo epidémico de las enfermedades aéreas del olivar. Sin embargo, la optimización del uso de fungicidas resulta posible mediante el conocimiento epidemiológico de las enfermedades (Agustí-Brisach *et al.*, 2016), que posibilita la elección correcta de los momentos de aplicación y la utilización de materias ctivas no cúpricas. Entre 1996 y 1998 se realizó un experimento de 28 meses de duración en un campo comercial situado en una zona olivarera tradicional (Arjona, Jaén) sobre la variedad de olivo Picual, catalogada como altamente susceptible al Repilo (López-Doncel *et al.*, 1999), donde se observó el buen resultado de una estrategia dirigida de control del Repilo (30.1% de incidencia final y 3 aplicaciones con óxido

cuproso y difenoconazol) frente una estrategia tradicional (19.8% de incidencia final de la enfermedad y 5 aplicaciones con óxido cuproso) (Fig. 5). El tratamiento testigo, que no recibió ninguna aplicación fitosanitaria, obtuvo un valor final superior al 80% de incidencia final.

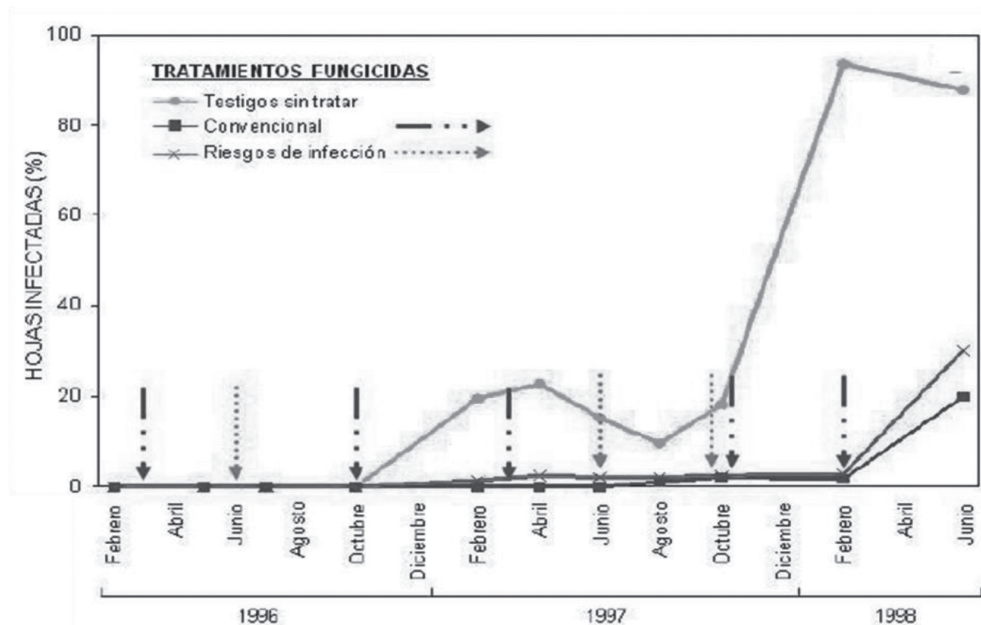


Figura 5. Progreso de las epidemias de *V. oleaginea* en el cultivar Picual bajo tres estrategias de aplicaciones fungicidas en un olivar comercial localizado en Arjona (Jaén).

A partir de dichos resultados se diseñaron experimentos más completos de Repilo, Antracnosis, Emplomado, Lepra y Tuberculosis sobre 16 campos comerciales con cuatro variedades (Arbequina, Hojiblanca, Manzanilla de Sevilla y Picual) con diferentes susceptibilidades a dichas enfermedades (Moral *et al.*, 2005; Trapero *et al.*, comunicación personal) y en localizaciones de Andalucía y el sur de Portugal con una variable favorabilidad al desarrollo epidémico. Dos estrategias dirigidas al control de enfermedades aéreas y basadas en el conocimiento epidemiológico de las enfermedades del olivo, con menor y mayor reducción de aplicaciones fungicidas respecto al manejo tradicional (estrategia conservadora y estrategia de riesgo, respectivamente) fueron evaluadas durante 4 años. Se realizó la calibración de los atomizadores empleados en los ensayos para homogeneizar las aplicaciones y se muestrearon hojas anualmente para la medición de los niveles de cobre (Marchal *et al.*, 2003). A su vez, se realizaron evaluaciones anuales de incidencia y severidad para Repilo, Antracnosis y Emplomado y una evaluación final para Lepra y Tuberculosis. Para cada una de las evaluaciones se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y el test de comparación de medias LSD para compa-

rar las estrategias de aplicaciones dirigidas con la tradicional. Se obtuvo una reducción generalizada del uso de productos fitosanitarios, especialmente de compuestos cúpricos debido al empleo de trifloxistrobin y tebuconazol en primavera, manteniendo similares niveles de enfermedad en la mayoría de los casos (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de las estrategias dirigidas sobre el número de aplicaciones y severidad de las enfermedades aéreas en relación a la estrategia tradicional

Estrategia	Reducción aplicaciones (%)	Reducción aplicaciones cúpricas (%)	Enfermedad	Variación de la severidad (%)		
				Incremento	Sin cambio	Reducción
Conservadora	12.3	30.6	Repilo	17.3	75	7.7
			Antracnosis	4.5	86.4	9.1
			Emplomado	18.4	76.3	5.3
			Lepra	0	91.7	8.3
			Tuberculosis	0	100	0
De riesgo	30.8	48.4	Repilo	30	66	4
			Antracnosis	13.6	72.7	13.6
			Emplomado	24.3	70.3	5.4
			Lepra	0	90.9	9.1
			Tuberculosis	0	100	0

Los resultados obtenidos corroboran la ventaja de un control dirigido de las enfermedades aéreas citadas. Así, se concluyó que sería de gran utilidad la modelización de dichas enfermedades a partir de todos los trabajos epidemiológicos realizados hasta la fecha. La creación de una herramienta global de apoyo de decisiones resultante de la informatización de los modelos podría aportar información valiosa al olivicultor, reduciendo los costos y el impacto medioambiental en su explotación y manteniendo la productividad en su olivar. A su vez, podría justificar sus tratamientos respecto a futuras directivas de uso sostenible de fungicidas. Se ha completado la modelización de Repilo, Antracnosis y Emplomado, pasando a detallar exclusivamente la primera de ellas por similitud con las otras dos y para no extender en demasía el presente trabajo. El modelo del Repilo, denominado SCABOE, ya se encuentra integrado en la web de Bayer Agroservicios como herramienta para la toma de decisiones de aplicaciones fitosanitarias. Su funcionamiento ha sido verificado (Camase, 1996) a falta de medir su exactitud y robustez (Pascual *et al.*, 2003) en una validación ampliada, que será posible tras la reciente informatización del modelo. En el presente trabajo, de ahora en adelante, haremos referencia exclusiva al modelo del Repilo del olivo.

resultante de la interacción de dichos parámetros termina cuando aparece un tercer período de secado (NDP). Los dos DP anteriores reducen la cuantía de INFR (ratio de infección) según el descuento de infección por secado (DPD). Las infecciones producidas finalmente (LIT) se hacen visibles (VIT) tras un período de latencia (LP) dependiente de las condiciones climáticas (T_{med2}) y de la citada resistencia ontogénica de la hoja (ORR_2). De este modo, y con el tejido infectado (VIT) que potencialmente podría infectar tejido sano (HT), se cierra el ciclo de la enfermedad.

Tabla 3. Acrónimos, descripción, unidades y referencia a las ecuaciones contenidas en el modelo SCABOE.

Acrónimo	Descripción	Unidad	Ecuación
CR	Resistencia varietal	0-1	10
CP	Ratio de producción conidial	0/1	2
DAI	Días tras inicio de infección	Días	
DANL	Días tras formación de hoja nueva	Días	9
DPD	Descuento de infección por secado	0-∞	7
DR	Ratio de dispersión	0-1	1
h	Horas consecutivas sin humectación del período de secado	Horas	
H	Hora de aparición de período de secado tras inicio del evento infectivo	Horas	
HT	Tejido sano	0-1	
INFR	Ratio de infección	0-1	3
LIT	Tejido enfermo asintomático	0-1	
LP	Período de latencia	Días	11
NDP	Número de períodos de secado de un evento infectivo	0/1/2	
ORR_1	Ratio por resistencia ontogénica sobre la infección	0-1	8
ORR_2	Ratio por resistencia ontogénica sobre la latencia	0-1	12
R	Precipitación	mm	
RH	Humedad relativa	%	
T	Temperatura	°C	
T_{med1}	Temperatura media (1 abril (año n-1)-31 Marzo (año n))	°C	
T_{med2}	Temperatura media de la semana anterior	°C	
T_{minmed}	Temperatura media de las mínimas 14 días antes	°C	
VIT	Tejido enfermo sintomático	0-1	
VPD	Déficit de vapor de presión	hPa	6
W	Humectación	0/1	5
WFCR	Ratio de condiciones ambientales favorables	0-1	4

El modelo considera la existencia inicial de inóculo con la posibilidad de infección a partir de la dispersión (DR) de *V. oleaginea*, dependiente del sumatorio de precipitaciones horarias (R_i), a partir de $R_{h=\varepsilon} \geq 0.2$ (siendo ε la primera hora del evento):

$$DR = a \times \ln \sum_{i=\varepsilon}^n R_i + b \quad [1]$$

Dicha dispersión se produce con presencia de inóculo, que se dictamina de forma dicotómica (variable interruptor) en función de que la media de las temperaturas mínimas registradas 14 días antes (T_{minmed}) sea mayor o menor de la temperatura umbral de producción conidial (T_{cp}):

$$\begin{aligned} &\text{cuando } T_{minmed} < T_{cp}; CP = 1 \\ &\text{cuando } T_{minmed} \geq T_{cp}; CP = 0 \end{aligned} \quad [2]$$

Sobre el tejido sano (HT), el inóculo dispersado causará infección (ΔLIT) en función del ratio de infección (INFR), dependiente de las condiciones ambientales favorables (WFCR), del descuento de la infección por la presencia de períodos de secado (DPD), de la resistencia ontogénica de la hoja (ORR_1) y de la resistencia varietal (CR):

$$INFR = (WFCR - DPD) \times ORR_1 \times CR \quad [3]$$

Las condiciones ambientales favorables (WCR) se recogen con la siguiente ecuación, considerando la temperatura media del proceso infectivo (T_{inf}) y las horas de humectación (WD):

$$\begin{aligned} WCR &= a \times T_{inf}^b \times (27 - T_{inf}^c) \times (WD - d)^e \\ WD &= \sum_{i=\varepsilon}^n W_i \end{aligned} \quad [4]$$

siendo W es una variable dicotómica calculada como: si $R_i \geq 0.2$ mm y $VPD < 2$, $W_i = 1$; en caso contrario, $W_i = 0$ [5] (Buck, 1981; Rossi y Caffi, 2007).

$$VPD = (1 - RH) \times 6.11 \times \exp[17.47 \times T] / (239 + T) \quad [6]$$

Las condiciones ambientales desfavorables, medidas a través del descuento de la infección por secado (DPD) se engloban en la siguiente ecuación:

$$DPD = DP_1 + DP_2 \quad [7]$$

$$DP_i = \sum_{i=H_i}^{h_i} a \times H_i^2 + b \times H_i$$

siendo H_i la primera hora del DP_i sin condiciones de humectación (W_i) y h_i el número de horas de secado del período de secado, con ratios de disminución basados en Obanor *et al.* (2011).

La resistencia ontogénica debido a la edad de la hoja en días (ORR_1) se basará en la ecuación [8], dependiente de los días pasados tras la formación de nueva hoja (DANL, [9]). Este hecho se relaciona con la temperatura media del año anterior (T_{med1}):

$$ORR_1 = a + b \times \exp(c \times DANL) \quad [8]$$

$$DANL = D_i - DNL$$

$$DNL = a; T_{med1} > 17.5 \quad [9]$$

$$DNL = b; 12.5 > T_{med1} > 17.5$$

$$DNL = c; T_{med1} < 12.5$$

Por último, el factor de resistencia varietal (CR) puede tomar 5 valores discretos (0-1) en función de la resistencia al Repilo, comparada con la variedad Picual, de 214 variedades (López-Doncel *et al.*, 1999):

$$\begin{aligned} \text{Variedad} &= HS; CR = a \\ \text{Variedad} &= S; CR = b \\ \text{Variedad} &= MR; CR = c \\ \text{Variedad} &= R; CR = d \\ \text{Variedad} &= AR; CR = e \end{aligned} \quad [10]$$

El nuevo tejido enfermo asintomático (ΔLIT), resultante de $INFR \times DR \times CP$, pasa a mostrar los síntomas característicos de la enfermedad al transformarse en tejido enfermo sintomático (ΔVIT). El número de días necesario para dicha transformación depende del período de latencia estimado (LP) omitiendo los días de inactividad del hongo (>8 h con $>27^\circ C$, $((T_{maxdiaria} - 27)/(T_{maxdiaria} - T_{mindiaría})) \times 24 > 8$), calculado mediante la ecuación:

$$Si LP_i = DAI_i; LIT_i = VIT_i \quad [11]$$

$$LP_i = [a / (\exp(b \times (c - T_{med2})))^d] / ORR_2$$

$$ORR_2 = (a + b \times DANL) / (1 + b \times DANL) \quad [12]$$

siendo T_{med2} la temperatura media diaria de la semana anterior, DAI el número de días tras el inicio del evento infeccioso y ORR_2 el ratio por resistencia ontogénica sobre la latencia. El VIT puede producir conidios del patógeno hasta la caída de la hoja, 20 días después de su aparición de síntomas. Dicha asunción es consistente con el conocimiento existente de la epidemiología del Repilo (Trapero *et al.*, comunicación personal).

Interpretación y visualización del modelo

El diseño del modelo permite la cuantificación diaria de las variables de estado. De este modo, se puede predecir el día de aparición de síntomas de la enfermedad, la severidad de la aparición (ΔVIT) y si existe producción conidial (inóculo). También es posible conocer el sumatorio del ratio de infección (INFT) correspondiente para ese día y que recoge la existencia de factores climatológicos y de huésped favorables para el desarrollo epidémico. La interacción diaria de VIT y INFR implica, por tanto, la concurrencia de factores climáticos, de huésped y del patógeno favorables para la existencia de un determinado riesgo de infección (Vanderplank, 1963; 1975), cuantificado entre 0 y 1. Reformulando el modelo exponencial (Vanderplank, 1963), el incremento de severidad en el tiempo podría expresarse como:

$$\frac{dy}{dt} = r_e \times y = INFR \times VIT \times CP \quad [13]$$

El modelo exponencial puede considerarse válido para enfermedades poliéticas en cultivos perennes y que no alcanzan altos valores de severidad en campos comerciales (Vanderplank, 1963).

El modelo SCABOE, aún en fase de pruebas, se encuentra integrado dentro de las herramientas de Bayer Agroservicios. Las predicciones futuras son realizadas en base al pronóstico meteorológico de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), con hasta 15 días de antelación. Las predicciones son recalculadas diariamente en base a la predicción actualizada. Las predicciones pasadas son reformuladas en base a los datos recogidos por la estación más cercana de la red de estaciones agroclimáticas de la Junta de Andalucía. Hasta la fecha se encuentran activas 83 estaciones climáticas en las 7 provincias de Andalucía, con previsión de que sean ampliadas para recoger una mayor diversidad agroclimática y ofrecer predicciones en otras regiones olivareras de la península ibérica. A su vez, han sido integradas 21 estaciones climáticas repartidas en la principal zona olivicultora de Portugal.

Mediante la identificación con usuario y contraseña, es posible acceder a las predicciones de SCABOE marcando la variedad cultivada y la estación climática más cercana. También es posible dibujar la/s finca/s mediante tecnología SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas), en cuyo caso se seleccionará automáticamente la estación climática más cercana. Tras estos dos pasos se tiene acceso al calendario de enfermedad, donde se observan tres etiquetas diferencias:

- Mancha: Día de aparición de tejido sintomático visible (ΔVIT) considerando la existencia de inóculo inicial. Dicha mancha podrá mantenerse activa, si existe CP, durante 20 días.
- Riesgo clima: Riesgo climático y por susceptibilidad del huésped (INFR) en condiciones de abundancia de inóculo ($VIT \times CP = 1$).

- Infección: Riesgo de infección por interacción de las variables previas (VIT × CP × INFR), resultante en LIT. La etiqueta tomará valor verde, amarillo o rojo en función del incremento pronosticado de la severidad (de 0-2, 2-8 y >8%, respectivamente).

Esta última etiqueta es la que tiene un mayor valor práctico para el apoyo de la toma de decisiones del olivicultor. Cabe reseñar que la cuantificación de los riesgos se realiza sin considerar la presencia de fungicidas. Por tanto, dicho riesgo puede descender en función de la eficacia y persistencia del producto aplicado. La etiqueta Riesgo clima puede ser estimada si el olivicultor opta por posicionarse en una estrategia de toma de decisiones conservadora, considerando constante la presencia de inóculo en su finca. La etiqueta Mancha aporta una información especialmente valiosa cuando el olivicultor no dispone en todo momento de la maquinaria requerida para la aplicación fitosanitaria, no pudiendo basar su decisión en el pronóstico climático acotado en el tiempo y con fiabilidad variable. En ese caso, puede decidir la aplicación fitosanitaria en función de la severidad de Repilo en el momento presente (etiqueta "Mancha") o de la "Infección" producida semanas antes, que finalmente pasará a un estado visible y posiblemente con producción conidial. Cabe reseñar que el empleo de productos fungicidas con acción sistémica o translaminar puede ser recomendado cuando una predicción de "Infección" ha sucedido pocas horas antes del momento presente.

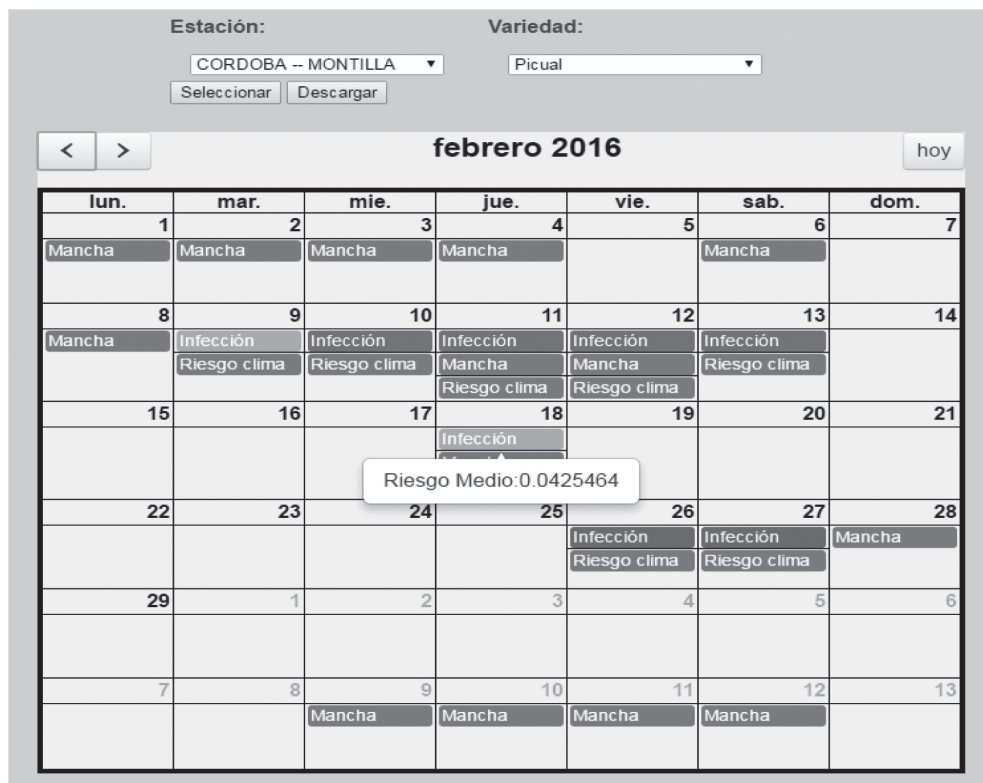


Figura 8. Calendario de enfermedad a partir de la predicción del modelo SCABOE en Febrero de 2016, sobre la variedad Picual, en Montilla (Córdoba).

Validación y futuras mejoras

Una versión inicial del modelo, aún sin la introducción de los ratios ORR_1 y ORR_2 fue trasladada a un archivo Excel. Se realizó una validación inicial con datos reales recogidos quincenal y mensualmente de una finca localizada en Córdoba (Córdoba), con problemas endémicos de Repilo y sin recibir tratamientos fungicidas, durante 5 años (1994-1997, 2012-2014)). Dichos datos no fueron empleados para el desarrollo del modelo. Aún sin análisis estadístico que lo sustente, el resultado obtenido fue alentador y animó a la creación de una herramienta informática que simplificase una validación más amplia y detallada.

Tras la creación de la herramienta en formato web se procedió a la verificación de la consistencia del modelo, observando que proporcionaba valores lógicos en sus predicciones y situados en el rango previsto (Camase, 1996). Asimismo, se observó que regiones geográficas consideradas tradicionalmente más favorables al Repilo (Huelva, Sevilla) obtenían generalmente un mayor número de riesgos de infección que aquellas menos favorables (Córdoba,

Jaén). Próximamente se analizará estadísticamente la exactitud y robustez del modelo mediante la metodología de validación empleada en bibliografía (Campbell and Madden, 1990; Nash and Sutcliffe, 1970; Rossi *et al.*, 1997, 2010; Yuen and Hughes, 2002; Madden *et al.*, 2007). Para la validación podrán ser utilizados los datos citados en este trabajo y otros resultantes del seguimiento anual de campos experimentales de diferentes localizaciones y con diferentes variedades cultivadas. Asimismo, se mantienen en curso diferentes ensayos de seguimiento quincenal de Repilo que resultan útiles para la validación. Por otro lado, los usuarios de la herramienta en fase de prueba disponen de un teléfono y un correo electrónico de contacto para informar sobre cualquier incidencia reseñable, facilitando la detección de fallos destacables en las predicciones.

Tras la validación y observación de los posibles desajustes se plantearán futuras mejoras o implementaciones al modelo, ya sean basadas en investigaciones ya realizadas, en futuros trabajos a desarrollar o con la rectificación de las asunciones presentes en la modelización. De este modo, se considerará la introducción de un nuevo submodelo de latencia (LP) de carácter hidrotérmico ya desarrollado y que presenta un mayor sentido biológico, aunque con una mayor complejidad de informatización. También podrán ser alteradas las asunciones de caída de hojas sintomáticas y de aparición anual de hoja nueva. En los próximos meses se introducirán submodelos de protección fungicida, tanto para fungicidas cúpricos como para aquellos con materias activas alternativas, basados en su eficacia y su persistencia. Así, podría introducirse un ratio diario de protección que disminuirá la infección pronosticada actualmente y que facilitará la toma de decisiones.

La creación de ésta herramienta también posibilitará la elaboración de un mapa de riesgo en base al historial climatológico de diferentes regiones de la península ibérica, aportando información útil sobre la favorabilidad de dichas regiones al desarrollo epidémico del Repilo. Así, la elección varietal en una finca podría ser facilitada mediante el mapa de riesgo generado. También podría utilizarse para estudios epidemiológicos de diversa índole con interés didáctico.

CONCLUSIONES

El modelo predictivo SCABOE, resultante de la integración de numerosos trabajos epidemiológicos sobre el Repilo del olivo, es el primer modelo introducido en la herramienta de toma de decisiones REPILOS. Próximamente se informatizarán los modelos de la Antracnosis y del Emplomado, ya elaborados. Enfermedades aéreas con creciente incidencia como la Lepra y la Tuberculosis también podrán ser modelizadas, requiriendo un esfuerzo menor a los requeridos con los modelos ya desarrollados debido a su epidemiología más sencilla.

La finalidad de la herramienta de toma de decisiones REPILOS, particularmente tras la integración del resto de modelos, es el apoyo global a las decisiones fitosanitarias requeridas en olivares comerciales mediante el empleo de la gestión integrada y con la racionalización del uso de productos fitosanitarios, adaptándose así a futuras directrices europeas. La conexión directa con las condiciones particulares de la finca (plug system) y la posible interacción con el olivicultor (pull system) posiciona a la herramienta REPILOS dentro de los más modernos sistemas de toma de decisiones (Russo, 2000). A su vez, el formato web de la herramienta favorece su accesibilidad y su plasticidad ante la introducción de futuras mejoras (Magarey *et al.*, 2002). Por otro lado, el carácter eminentemente mecanístico de los modelos desarrollados favorece este último aspecto e incrementa las posibilidades de adaptación a diferentes regiones agroclimáticas.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones sobre modelización y validación de los "Repilos" han sido financiadas por Bayer CropScience (2012-2016). Agradecemos a todos los olivicultores implicados su colaboración en los ensayos localizados en sus plantaciones, al Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) de la Junta de Andalucía la cesión de parcelas experimentales y a Ager Technology por la informatización del modelo SCABOE.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí-Brisach, C., Romero, J., Ávila, A., Raya, M.C., Roca, L.F., Trapero, A. 2016. Bases para la gestión integrada del emplomado del olivo. *Vida Rural* 419: 40-48.
- Ávila, A. 2005. Etiología y epidemiología del Emplomado del olivo causado por *Pseudocercospora cladosporioides*. Tesis doctoral, ETSIAM, Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Ávila, A., Benali, A., Trapero, A. 2004. El emplomado del olivo, una grave enfermedad poco conocida. *Vida Rural* 198: 32-36.
- Ávila, A., Groenewald, J.Z., Trapero, A., Crous, P.W. 2005. Characterization and epitypification of *Pseudocercospora cladosporioides*, the causal organism of Cercospora leaf spot of olives. *Mycol. Res.* 109: 881-888.
- Benítez, Y., Botella, M.A., Trapero, A., Alsalimiya, M., Caballero, J.L., Dorado, G., Muñoz-Blanco, J. 2005. Molecular analysis of the interaction between *Olea europaea* and the biotrophic fungus *Spilocaea oleagina*. *Molecular Plant Pathology* 6: 425-438.
- Boller E.F., Avilla, J., Joerg, E., Malavolta, C., Wijnands, F.G., Esbjerg, P. (ed.). 2004. Guidelines for Integrated Production - Principles and Technical Guidelines. 3rd edition, IOBC/WPRS Bulletin 27: 49 pp.

- Buck, A.L., 1981. New equations for computing vapour pressure and enhancement factor. *J. Appl. Meteorol.* 20: 1527–1532.
- Camase (1996) Register of agro-ecosystems models DLO research institute for agrobiolgy and soil fertility, Wageningen. <http://edepot.wur.nl/20656> (Último acceso: Noviembre 2016)
- Campbell C.L. and L.V. Madden, 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. Wiley, NY.
- Civantos, C. 1992. El repilo del olivo, etiología, epidemiología y lucha. *Agricultura* 723: 872-876.
- EISA, 2001. A Common Codex for Integrated Farming.
<http://ec.europa.eu/environment/archives/ppps/pdf/ilubrochure.pdf> (Octubre 2016).
- González-Lamothe, R., Segura, R., Trapero, A., Baldoni, L., Botella, M.A., Valpuesta, V. 2002. Phylogeny of the fungus *Spilocaea oleagina*, the causal agent of peacock leaf spot in olive. *FEMS Microbiology Letters* 210: 149-155.
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2003. Mancha ocular del olivo u ojo de pavo. *Manual del Cultivo del Olivo, Boletín* 101: 116-118.
- Leffelaar, P.A. 1993. Basic elements of dynamic simulation. In: Leffelaar, P.A. (ed.). *On system analysis and simulation of ecological processes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- López-Doncel, L.M., García-Berenguer, A., Trapero, A. 1999. Resistance of olive tree cultivars to leaf spot caused by *Spilocaea oleagina*. *Acta Hort.* 474: 549-553.
- López Doncel, L.M., Viruega Puente, J.R., Trapero Casas, A. 2000. Respuesta del olivo a la inoculación del olivo con *Spilocaea oleagina*, agente del Repilo. *Bol. San. Veg. Plagas* 26: 349-363.
- Madden, L.V., Hughes, G., Van den Bosch, F. 2007. *The study of plant disease epidemics*. APS Press, St Paul
- Magarey R.D., J.W. Travis, J.M. Russo, R.C. Seem and P.A. Magarey, 2002. Decision Support Systems: Quenching the Thirst. *Plant Disease* 86: 4–14.
- Marchal, F., Alcántara, E., Roca, L.F., Boned, J., Trapero, A. 2003. Evaluación de la persistencia de fungicidas cúpricos en hojas de olivo. *Vida Rural* 176: 52-56.
- Martín Gil, A., Ruíz Torres, M.J. 2014. *Guía de Gestión Integrada de Plagas: Olivar*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. 180 pp.

- Moral, J., Alsalimiya, M., Roca, L.F., Díez, C.M., León, L., de la Rosa, R., Baranco, D., Rallo, L., Trapero, A. 2015. Relative susceptibility of new olive cultivars to *Spilocaea oleagina*, *Colletotrichum acutatum* y *Pseudocercospora cladosporioides*. Plant Dis. 99: 58-64.
- Moral, J., Ávila, A., López-Doncel, L.M., Alsalimiya, M., Oliveira, R., Gutiérrez, F., Navarro, N., Bouhmidi, K., Benali, A., Roca, L.F., Trapero, A. 2005. Resistencia a los Repilos de distintas variedades de olivo. Vida Rural 208: 34-40.
- Moral, J., Bouhmidi, K., Trapero, A. 2008. Influence of fruit maturity, cultivar susceptibility, and inoculation method on infection of olive fruit by *Colletotrichum acutatum*. Plant Dis. 92:1421-1426.
- Moral, J., Oliveira, R., Tello, J.C., Trapero, A. 2007. Caracterización fisiológica y patogénica de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la antracnosis del olivo. Bol. San. Veg. Plagas 33: 219-234.
- Moral, J., Oliveira, R., Trapero, A. 2009a. Elucidation of the disease cycle of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. Phytopathology 99:548-556.
- Moral, J., Jurado-Bello, J., Sánchez, M. I., Oliveira, R., Trapero, A. 2012. Effect of temperature, wetness duration, and planting density on olive anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. Phytopathology 102: 974-981.
- Moral, J., Roca, L.F., Romero, J., Pérez, M., Jurado, J., Xaviér, C.J., Cabello, D., Trapero, A. 2014. Gestión integrada de la antracnosis del olivo. Vida Rural 379: 56-60.
- Moral, J., Trapero, A. 2009b. Assessing the susceptibility of olive cultivars to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. Plant Dis. 93:1028-1036.
- Moral, J., Trapero, A. 2012. Mummified fruit as a source of inoculums and disease dynamics of olive anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. Phytopathology 102:982-989.
- Moral, J., Xaviér, C., Roca, L.F., Romero, J., Moreda, W., Trapero, A. 2014. La Antracnosis del olivo y su efecto en la calidad del aceite. Grasas y Aceites. 65 (2): e028.
- Nash, J.E., Sutcliffe, J.V. 1970. River flow forecasting through conceptual models part I –A discussion of principles. J Hydrol 10:282–290
- Obanor, F.O., Walter, M., Jones, E.E., Jaspers, M.V. 2011. Effects of temperature, inoculums concentration, leaf age, and continuous and interrupted wetness on infection of olive plants by *Spilocaea oleagina*. Plant Pathol. 60:190-199.
- Oliveira, R. 2003. Etiología y control químico de la Aceituna jabonosa causada por *Colletotrichum* spp. Tesis doctoral. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

- Oliveira, R., Moral, J., Bouhmidi, K., Trapero, A. 2005. Caracterización morfológica y cultural de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la antracnosis del olivo. Bol. San. Veg. Plagas, 31: 531-548.
- Pappas, A.C. 1993. *Mycocentrospora cladosporioides* on olive in Greece. EPPO Journal 3: 405-409.
- Pascual P, Stiber N, Sunderland E (2003) Draft Guidance on the development, evaluation, and application of regulatory environmental Models. http://www.modeling.uga.edu/tauc/other_papers/CREM%20Guidance%20Draft%2012_03.pdf (última verificación en Octubre de 2016).
- Roca, L.F., Miranda-Fuentes, P., Trapero, A. 2014. Eficacia de los productos cúpricos en el control de la tuberculosis del olivo. Vida Rural 385: 48-52.
- Roca, L.F., Romero, J., Alcantara, E., Trapero, A. 2015. Efecto del abonado nitrogenado sobre el repilo en plántulas de olivo. Agricultura 988: 722-725
- Romero, J., Agustí-Brisach, C., Ávila, A., Benali, A., Trapero, A. 2016a. Caracterización fenotípica de *Pseudocercopora cladosporioides*, agente causal del emplomado del olivo. XVIII Congreso de la SEF, Palencia.
- Romero, J., Raya, M.C., Roca, L.F., Moral, J., Trapero, A. 2016b. First report of *Neofabraea vagabunda* causing branch cankers on olives in Spain. Plant Dis. 100:527.
- Romero, J., Raya, M.C., Roca, L.F., Moral, J., Trapero, A. 2015. La lepra del olivo: una enfermedad emergente. Vida Rural 402:42-46.
- Rossi, V., Caffi, T., 2007. Effect of water on *Plasmopara viticola* oospores. Plant Pathol. 56, 957-966.
- Rossi V., S. Giosuè and T. Caffi, 2010. Modelling Plant diseases for decision making in crop protection. In: *Precision Crop Protection - The Challenge and Use of Heterogeneity* (Oerke E.C., R.Gerhards, G. Menz, R.A.Sikora, ed.), Springer Science, Dordrecht, The Netherlands, 241-258.
- Rossi, V., Racca, P., Giosuè, S., Battilani, P. 1997. Decision support systems in crop protection: from analysis of the pathosystems to the computerized model. *Petria* 7 (suppl 1):7-26
- Russo J.M., 2000. Weather forecasting for IPM. In: *Emerging Technologies for Integrated Pest Management: Concepts, Research, and Implementation* (G.G. Kennedy, T.B. Sutton, ed.), American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA, 453-473.
- Trapero, A. 2011. Los métodos de control de enfermedades: presente y futuro. *Phytoma* 233: 71-73.

- Trapero, A., Blanco, M.A. 2008. Enfermedades. En: El cultivo del olivo. Baranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). Coedición Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, Madrid. pp. 595-656.
- Trapero, A., López, L., Viruega, J. 1998. Los "Repilos" del olivo: etiología, epidemiología y estrategias de control. *Phytoma* 102: 154-158.
- Trapero, A., Roca, L.F. 2004. Bases epidemiológicas para el control integrado de los "Repilos" del olivo. *Phytoma* 164: 130-137.
- Viruega, J. R. 1999. Epidemiología del Repilo del olivo causado por *Spilocaea oleagina* (Castagne) Hughes. Tesis doctoral, ETSIAM, Universidad de Córdoba.
- Viruega, J. R., Moral, J., Roca, L. F., Navarro, N., and Trapero, A. 2013. *Spilocaea oleagina* in olive groves of southern Spain: Survival, inoculum production, and dispersal. *Plant Dis.* 97:1549-1556.
- Viruega, J. R., Roca, L. F., Moral, J., and Trapero, A. 2011. Factors affecting infection and disease development on olive leaves inoculated with *Fusicladium oleagineum*. *Plant Dis.* 95:1139-1146.
- Viruega, J.R., Trapero, A. 1999. Epidemiology of leaf spot of olive tree caused by *Spilocaea oleagina* in southern Spain. *Acta Hort.* 474:531-534.
- Yuen, J.E., Hughes, G. 2002. Bayesian analysis of plant disease prediction. *Plant Pathol* 51:407-412
- Zarco, A., Viruega J.R., Roca, L.F., Trapero, A. 2007. Detección de las infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo. *Bol. San. Veg. Plagas* 33: 235-248.

NUEVAS ESTRATEGIAS DE LUCHA Y CONTROL DE ENFERMEDADES, PLAGAS Y MALAS HIERBAS

Paloma Melgarejo

Doctor Ingeniero Agrónomo

Profesor de Investigación de OPI

Subdirectora General de Prospectiva y Coordinación de Programas del INIA

PLAGAS, ENFERMEDADES, MALAS HIERBAS Y PÉRDIDAS EN LOS CULTIVOS

Las enfermedades, plagas, y malas hierbas causan anualmente substanciosas pérdidas en el rendimiento y calidad de los productos vegetales cultivados en España. No se dispone de estimaciones reales de estas pérdidas, pero, con toda seguridad, son parecidas a las de otros países desarrollados. En Estados Unidos, incluso en cultivos que han sido tratados con plaguicidas, la reducción estimada en el valor de productos agrícolas seleccionados causado por enfermedades oscila entre 8 y 23%, entre 4 y 21 % por plagas y entre 8 y 13% por malas hierbas. Si, por comparación, se acepta que en España las pérdidas medias causadas por enfermedades, plagas y malas hierbas son de 15,5, 12,5, y 10,5 %, respectivamente, supondrían una reducción de retornos para la industria de productos agrícolas de aproximadamente 170,140, y 115 millones de euros anuales, respectivamente. Si se incluye el coste de las prácticas de protección agrícolas en estos datos, el número aumentaría considerablemente. Estas pérdidas podrían duplicarse e incluso multiplicarse si tenemos en cuenta los daños que pueden ocurrir durante el almacenaje y transporte de los productos obtenidos, especialmente si se trata de productos frescos. Existen, finalmente, otras pérdidas menos tangibles. Por ejemplo el hongo *Botrytis cinerea* puede causar pequeñas lesiones en tomate que, dependiendo del rigor del consumidor, pueden no tener importancia; sin embargo este mismo hongo puede también causar una sola lesión en el tallo de un tomate indeterminado que lo anille y necrose y se pierda toda la planta.

La significación económica que suponen estas pérdidas y el tipo de acción a aplicar para manejar las poblaciones de las plagas, enfermedades, y malas hierbas depende de la gravedad del daño, del valor del cultivo y del uso final previsto para el producto. Por ejemplo el nivel se aproxima a cero cuando el daño causado es sobre la parte del cultivo usado por el consumidor. Sin embargo, se pueden permitir ciertos niveles de poblaciones de "plaga" (en adelante se utiliza la palabra "plaga" en sentido amplio, englobando "plaga"s causadas por insectos, enfermedades y malas hierbas) que causen daños foliares pero que no afecten a los productos que se venden.

CAUSAS DE LAS PÉRDIDAS

La correcta identificación del huésped y del agente causal de la "plaga" causante de daño posibilita al agricultor a elegir las prácticas de manejo que evitarán posteriores daños al cultivo sin afectar a los organismos beneficiosos. El uso del nombre científico de los organismos evita confusión entre las diferentes lenguas y en la selección de los nombres comunes; el nombre científico en cursiva suele ir acompañado del nombre (generalmente abreviado) del científico(s) que describieron y nombraron el organismo. La clasificación y nomenclatura de las plantas, los insectos y los microorganismos, sigue un sistema de nomenclatura binomial que se basa, principalmente, en características de estructuras vegetativas y reproductivas. Dentro de las especies, las poblaciones se pueden también describir a nivel funcional y molecular. Las características de los principales grupos de organismos que causan daño y enfermedad en las plantas y a cuyos métodos de control nos vamos a referir en este artículo se describen brevemente continuación.

Los hongos y oomicetos tienen una estructura filamentosa llamada micelio. No tienen clorofila y son, por tanto, incapaces de utilizar el dióxido de carbono del aire para su nutrición. Los hongos y oomicetos parásitos pueden ser parásitos obligados, que dependen enteramente del huésped vivo para su nutrición y reproducción, y parásitos facultativos, que pueden hacer considerable daño a los cultivos como parásitos pero que pueden, también, vivir indefinidamente como saprofitos en los residuos vegetales. Todos los hongos fitopatógenos forman esporas que sirven para dispersarse e infectar para extender la enfermedad, y como estructuras de resistencia para que el patógeno pase las condiciones adversas. Además, algunos forman estructuras duras y compactas llamadas esclerocios que, al igual que las esporas, son capaces de pasar las condiciones adversas e infectar al huésped después de meses o años. Las esporas se pueden dispersar por aire, agua del suelo, o riego, insectos, acción del hombre, etc. Germinan en condiciones adecuadas, casi invariablemente en una gotita o película de agua o en una herida húmeda, para formar un tubo germinativo filamentoso que puede penetrar a través de la epidermis de la planta bien directamente o a través de un estoma. Una vez dentro del tejido vegetal el micelio entra en los tejidos del huésped, a veces bloqueando el sistema conductor de agua, como en las enfermedades vasculares. Conforme el suministro de alimento disminuye, se forman más esporas que extienden el patógeno por el cultivo. Para entonces el huésped está ya gravemente dañado o muerto. Las esporas se pueden formar a través de un proceso sexual, que imparte variabilidad genética al hongo y puede dar lugar a resistencia a plaguicidas o vencimiento de la resistencia del huésped, o pueden reproducirse en grandes cantidades mediante un proceso asexual, vegetativo. Algunos pueden formar dos o más tipos de esporas diferentes. El estado sexual se llama teleomorfo y da el nombre científico (latino) al hongo u oomiceto, mientras que los estados sexuales se llaman anamorfos y fre-

cuentemente tienen un nombre latino diferente. Los hongos tienen también microconidias anamorfas, que no son infectivas pero tienen una función sexual, y clamidosporas, que son esporas que duran largos periodos de tiempo.

Las bacterias son microorganismos muy pequeños, unicelulares (procariotas) que necesitan un suministro de alimento externo para obtener energía. Son también parásitos facultativos de plantas y son capaces de vivir independientemente en residuos vegetales, agua o suelo. Para distinguirlas e identificarlas es necesario recurrir a ensayos de laboratorio. Las bacterias entran en las plantas por los estomas o por heridas causadas por abrasión, insectos o poda. Las enfermedades causadas por bacterias son muy infecciosas y particularmente difíciles de controlar. Se dispersan fácilmente por salpicaduras de agua, por agua de lluvia llevada por el viento y por el riego. Algunas bacterias son también llevadas de planta a planta por insectos vectores, por la acción del hombre, maquinaria e instrumentos. Muchas de ellas también se transmiten por semillas. Algunas bacterias patógenas son capaces de infectar una o varias especies huésped o cultivares, mientras que otras tienen un amplio espectro de huéspedes.

Los nematodos parásitos de plantas son gusanos pequeños (generalmente de menos de 1 mm de longitud) que viven en el suelo. Pueden ser ectoparásitos que atacan a las plantas externamente, y endoparásitos que viven, al menos parte de su ciclo de vida, dentro de los tejidos del huésped. Todos los nematodos parásitos tienen estiletes en la boca con los que inyectan la saliva en los tejidos del huésped; es la saliva la que induce la mayoría del daño en las plantas, como necrosis de tejidos, proliferación de células gigantes y agallas. Solo unas pocas especies de nematodos son consideradas "plagas" agrícolas.

Solo una pequeña cantidad de los insectos presentes en los ecosistemas se alimentan o tienen un efecto negativo en las plantas y muy pocos, dentro de estos, son insectos plaga con efectos económicos negativos, que pueden destruir un cultivo o causarle daños importantes. Los insectos adultos tienen cabeza, tórax y abdomen, tres pares de patas, un par de antenas, complejos aparatos bucales y, frecuentemente, dos pares de alas. Su piel es un exoesqueleto externo y cubre todo su cuerpo. Este exoesqueleto suele ablandarse periódicamente permitiendo el crecimiento del insecto. Los insectos tienen una fase de huevo y otra de adulto. Algunos no sufren metamorfosis y los juveniles son parecidos a los adultos pero más pequeños. Los juveniles que se parecen a los adultos pero no tienen alas o estas están poco desarrolladas se llaman ninfas; los insectos que tienen fase de huevo, de ninfa y de adulto se dice que tienen metamorfosis gradual. Los juveniles que no se parecen a los adultos se llaman larvas; los insectos que tienen estado de huevo, larva, pupa y adulto se dice que tienen metamorfosis completa. Los estados juveniles generalmente son los que causan los principales daños en las plantas, aunque algunos adultos también pueden causarlos. Es importante en la elaboración

de las estrategias de IPM ser capaces de reconocer los diferentes estados de desarrollo de los insectos.

Los ácaros y arañas adultas tienen cuatro pares de patas; a diferencia de los insectos pierden las antenas y tienen solo dos partes en el cuerpo, el cefalotórax y el abdomen. Los ácaros hembra depositan los huevos, que se convierten en larvas de seis patas, que dan lugar a ninfas de ocho patas de diferentes formas hasta llegar al estado adulto. Muchas especies tienen bocas succionadoras que dañan los cultivos debilitándolos por succión de su savia, destruyendo las células y permitiendo la entrada de microorganismos patógenos.

Las malas hierbas son plantas que crecen donde no deben hacerlo. Los cultivos varían mucho en su capacidad de competencia con las malas hierbas. El periodo crítico de la competencia de malas hierbas en cultivos vegetales es el tiempo mínimo que las malas hierbas deben de ser suprimidas para evitar las pérdidas de rendimiento. Aunque este periodo tiene limitaciones prácticas puesto que los cultivos y las malas hierbas crecen a velocidades diferentes cada año, la eliminación temprana de las malas hierbas es claramente importante para reducir las pérdidas por competencia. Además de la competencia directa con los cultivos, las malas hierbas son importantes reservorios de muchos virus y de sus insectos y nematodos vectores, así como de hongos y bacterias fitopatógenas.

PRÁCTICAS DE MANEJO DE "PLAGAS"

Las técnicas culturales y biológicas fueron los métodos primarios usados para manejar las "plagas" en agricultura durante miles de años. Antes del desarrollo de los plaguicidas sintéticos después de la Segunda Guerra Mundial, los agricultores controlaban las "plagas" por selección de variedades resistentes, rotaciones de cultivos, ajuste de fechas de siembra, y otras prácticas culturales, pero siempre estaba presente el riesgo de infestaciones graves, pérdidas de rendimiento e incluso de abandono de la producción. Se utilizaba arsénico, compuestos de cobre y azufre y los agricultores adoptaron rápidamente los plaguicidas sintéticos después de su introducción comercial en los años 1940s debido a su bajo coste, su efectividad y su facilidad de aplicación (MacIntyre, 1987). El aumento del rendimiento en los cultivos en el siglo XX se atribuye, en parte, a los plaguicidas. Numerosos estudios han demostrado los beneficios de los plaguicidas, el valor de la producción que se perdería con alternativas menos eficaces, y el coste superior de la utilización de otras alternativas (Fernandez-Cornejo y colaboradores, 1998).

Pero, como ya se ha señalado en numerosas ocasiones, el uso de los plaguicidas tiene riesgos para la salud humana debido a los residuos que quedan en los alimentos y en el agua que se bebe, así como para los aplicadores. También tienen impacto en la vida silvestre y en los ecosistemas. Algunos plaguicidas tienen efectos negativos en especies beneficiosas, como los ene-

migos naturales de las plagas y los microorganismos antagonistas de los patógenos y, además, pueden generar resistencias en las poblaciones de las plagas y patógenos. Es difícil de cuantificar los beneficios que ha supuesto la aplicación de plaguicidas y los costes que ha tenido en la salud humana y en el ambiente. Lo que sí está claro es que se debe justificar económicamente la utilización de un método alternativo que sea más caro o menos efectivo que los plaguicidas cuando se sopesen los costes indirectos de éstos.

Finalmente, tanto en Europa como en EEUU se ha concluido que, debido a los problemas que ha creado el uso de plaguicidas, es muy urgente buscar alternativas al manejo de "plagas" que puedan complementar y remplazar, al menos parcialmente, las prácticas de uso único de plaguicidas (National Academy of Sciences, 1995).

De esta forma se iniciaron actividades y programas por iniciativa de los gobiernos para estimular el uso del Manejo Integrado de "Plagas" (IPM) y otras estrategias para reducir el uso de plaguicidas y los riesgos que conlleva, y para promover la investigación y la implementación de métodos de control biológico y cultural (Jacobsen, 1996).

MANEJO INTEGRADO DE "PLAGAS" (IPM)

El manejo integrado de "plagas" es un sistema de toma de decisiones para la selección y uso de estrategias de control de "plagas", aisladas o coordinadas, en una estrategia de manejo que se basa en un análisis de costes y de beneficios en el que se tienen en cuenta los intereses y el impacto sobre los productores, la sociedad y el medio ambiente (Kogan, 1998). En IPM se puede, desde no intervenir, a usar una sola técnica de control o una combinación de varias, minimizando siempre el uso del control químico, y teniendo siempre como objetivo reducir los daños económicos causados por la "plaga" (Viñuela y Jacas, 1993). Se pone, por tanto, énfasis, en primer lugar, en la utilización de medidas preventivas (variedades resistentes, predicción de daños en una etapa temprana, etc...), en la vigilancia de las poblaciones de las especies "plaga" importantes y en la aplicación de umbrales económicos o modelos de predicción, antes de llegar a la aplicación de una medida directa de control, encaminada a eliminar únicamente la parte de población de la "plaga" que está causando pérdidas económicas en el cultivo (Boller et al, 1999). Entre las medidas directas se prefieren las ecológicas (biológicas, biotécnicas, físicas y agronómicas) antes que la lucha química y, en caso de aplicarse esta, se deben utilizar equipos a punto y bien calibrados, reduciéndose en lo posible las áreas de tratamiento, dejándose zonas sin tratar, a no ser que la "plaga" sea considerada muy peligrosa por las autoridades, aplicándose únicamente plaguicidas autorizados en el cultivo, descartando, si es posible los persistentes, volátiles, poco selectivos, que induzcan resistencia en la población de la "plaga", o que presenten cualquier otra característica indeseable (Viñuela, 2005). Está basado en la integración de conocimiento en diferentes niveles: desde

el nivel molecular hasta el huésped en su ambiente. Entender la estructura de las poblaciones del huésped y del patógeno, ser capaces de detectar y de cuantificar las poblaciones y disponer del respaldo de conocimiento celular y molecular de las interacciones huésped – patógeno proporcionan las bases para los avances en las intervenciones en el control. Los avances conseguidos en la mejora de la resistencia a los patógenos y en el control biológico, cultural y químico proporcionan también un marco más sólido para la implementación del IPM cuando se combinan con el análisis epidemiológico, obtenido con frecuencia con aproximaciones de modelización.

La perspectiva del cambio climático actual y futuro, y las estrategias de adaptación y mitigación que será necesario aplicar en las próximas décadas, sientan un amplio marco para el IPM así como para otros aspectos de la agricultura.

A continuación se describen algunas prácticas de manejo de “plagas” que se pueden y, de hecho, se utilizan en IPM.

CRITERIOS DE DECISIÓN E INFORMACIÓN

Los entomólogos han desarrollado técnicas de monitoreo para vigilar las poblaciones de la mayoría de las plagas causadas por insectos y otros artrópodos. Se realizan ensayos de campo para determinar los daños causados en los cultivos por estas plagas para determinar los umbrales económicos- niveles de población de plaga por encima de los cuales se producirían daños económicos en los cultivos sin la aplicación de plaguicidas.

Los “sistemas expertos” integran información de la densidad de la plaga, umbrales económicos, métodos de aplicación y otros elementos de manejo de plagas en un software que se puede usar en un ordenador y ayuda a los agricultores a determinar cuándo hacer las aplicaciones de plaguicidas, que plaguicidas usar, y como hacerlo.

No se suelen usar para enfermedades porque generalmente las infecciones se desarrollan demasiado rápidamente como para usar fungicidas una vez detectada la enfermedad. En el caso de enfermedades lo que se utiliza son modelos de predicción que aconsejan y determinan cuándo realizar los tratamientos en función del riesgo de gravedad de la enfermedad.

De acuerdo con criterios de eficiencia económica, los agricultores elegirán la combinación de métodos de control de “plagas” que maximice la diferencia entre el valor de las reducciones debidas al daño causado por la “plaga” y los costes del control. Deben incrementar el uso de un insumo de control de “plagas” hasta que el valor marginal de la reducción de daños de la última unidad de producción sea igual al coste marginal. De esta forma, el uso de prácticas de manejo de “plagas”, incluyendo plaguicidas, deberá estar influida por las infestaciones de la “plaga”, el rendimiento y la calidad de las pérdi-

das causadas por estas infestaciones, así como por los precios del cultivo, los costes de los plaguicidas, y de los métodos alternativos de control. Sin embargo, el riesgo financiero (variabilidad de los retornos) y la incertidumbre (incompleta información acerca de los productos) son también consideraciones importantes. Los agricultores no saben precisar que daño ocurrirá sin control, la reducción del daño usando control, y el valor de las reducciones. Deben desarrollar expectativas de valor de la cosecha y de lo que se ahorran en rendimiento potencial utilizando medidas de control y esto es complicado

Las decisiones tomadas pueden resultar erróneas si las infestaciones de "plagas" o los precios resultasen diferentes de los esperados. Algunos productores prefieren reducir el riesgo de grandes pérdidas y deciden aplicar plaguicidas u otros insumos en exceso para conseguir niveles máximos de beneficio.

Son muchos los factores a considerar y que afectan a la selección y uso de plaguicidas y otras prácticas de control, entre otros, los cambios en las parcelas, cambios de producción, los ciclos de las "plagas", las fluctuaciones causadas por el clima, y otras condiciones ambientales, los cambios en la regulación de plaguicidas, los precios, nuevas opciones químicas y no químicas, la resistencia de las "plagas" a los plaguicidas, los salarios, etc...

AGRICULTURA DE PRECISIÓN.

La agricultura de precisión es una tecnología emergente que permite una aplicación más eficiente de insumos usando monitores de rendimiento, imágenes de satélite, GIS, y otras tecnologías de la información para adaptar los insumos a las diferentes condiciones en cada parcela. La lixiviación del suelo, el pH, y otras características suelen variar substancialmente dentro de las diferentes parcelas y una mejor adaptación de los insumos a las condiciones específicas de cada parcela puede incrementar los rendimientos.

La mayor parte de la agricultura de precisión se ha desarrollado para manejar los nutrientes. La investigación en el manejo de "plagas" utilizando esta tecnología es más nueva y necesita un gran desarrollo.

MEJORA EN EL USO DE PLAGUICIDAS

Nuevos productos plaguicidas y nuevas formulaciones más selectivos y con menos riesgo de inducir resistencias en poblaciones de "plagas", así como con menor riesgo medioambiental, junto con cambios relacionados con la intensidad de los tratamientos son importantes áreas de mejora en el control de "plagas".

Todas las ayudas e información que se puedan proporcionar a los agricultores para que tomen las decisiones más adecuadas acerca de la aplicación de plaguicidas que afecten a su eficacia, así como a la elección del plaguicida a usar, a utilizar las combinaciones de plaguicidas, al momento de realizar los

tratamientos, al método de aplicación, a las dosis, al equipo y a los aditivos, etc... son importantes a considerar.

RESISTENCIA A PLAGUICIDAS

La resistencia de las "plagas" a los plaguicidas hace necesario que los agricultores hagan cambios en sus estrategias de control, utilizando diferentes compuestos u otras prácticas de manejo. La resistencia a plaguicidas ocurre con mayor probabilidad cuando un plaguicida con un modo de acción único se usa repetidas veces en ausencia de otra medida de control. Una vez una "plaga" desarrolla resistencia a una sustancia activa, el tiempo necesario para que desarrolle resistencia a otros ingredientes de la misma familia química se reduce mucho. De esta forma se pueden desarrollar con facilidad y en un tiempo corto razas resistentes a una familia entera de ingredientes activos y necesitar una forma diferente de tratamiento. La alternancia de plaguicidas con distintos modos de acción, la aplicación de mezclas de plaguicidas con distintos modos de acción, la reducción de las dosis de aplicación, y la combinación de prácticas de control no químicas son estrategias que reducen la resistencia a plaguicidas en las poblaciones de "plagas".

MÉTODOS BIOLÓGICOS DE CONTROL DE INSECTOS -PLAGA

Las prácticas de manejo biológico de plagas incluyen el uso de feromonas, reguladores vegetales y organismos microbianos como *Bacillus thuringiensis* (Bt), así como depredadores de plagas, parásitos y otros organismos beneficiosos. Otra táctica biológica importante ha sido la mejora de variedades de huéspedes resistentes a las plagas.

La comercialización de los productos de protección vegetal (PPP) en la Unión Europea (UE) viene legislada por la Regulación (EC) No 1107/2009. Antes de que cualquier PPP, incluidos los que contienen como materia activa microorganismos, extractos naturales de plantas y feromonas, pueda ser comercializado o usado debe estar autorizado en los estados miembros. El mercado de los productos biológicos es pequeño pero crece un 15% cada año. Sin embargo, el rango de productos biológicos es todavía limitado, representando sólo un total de un 3,5% del mercado global para protección de cultivos. Pero, aunque el mercado de productos biológicos está creciendo y hay ya grandes compañías interesadas en él, el mercado es todavía tan pequeño que es muy improbable que los productos biológicos puedan reemplazar a los plaguicidas en un futuro próximo a menos que se activen mucho la investigación y las actividades de desarrollo (Ridgway y colaboradores, 1994).

Los llamados plaguicidas bioracionales, como el Bt y las feromonas, se diferencian de los plaguicidas químicos en que su objetivo no es eliminar las poblaciones de plaga, sino su manejo, en que tienen un impacto retrasado, y en que son más selectivos (Ollinger y Fernandez-Cornejo, 1995). Los agricul-

tores han aumentado mucho el uso de Bt, que produce toxinas que causan enfermedades en algunos insectos, especialmente en el desarrollo de programas biointensivos y de manejo de resistencia, debido a su seguridad ambiental, su mejor actuación, coste competitivo, selectividad, y actividad en insecto que son resistentes a los plaguicidas químicos.

Las feromonas se usan para monitorear poblaciones de plagas agrícolas y para interrumpir el apareamiento en sistemas orgánicos y algunos programas de IPM.

Los enemigos naturales de las plagas pueden ser de dos tipos, depredadores y parasitoides. Hay cuatro grandes métodos de control biológico: conservación, control clásico, control inundativo y control inoculativo. En la conservación, se hace el ambiente del cultivo más favorable a los enemigos naturales presentes, proporcionándoles refugios, alimento alternativo, etc. En los demás métodos se introducen enemigos en los cultivos; en el control clásico se importan enemigos exóticos del lugar de origen de la plaga, para tener un control permanente a largo plazo; en el control inundativo, se hacen introducciones repetidas de cantidades elevadas del enemigo para un control suficiente de la plaga; y en el inoculativo se introduce el enemigo en cantidades más bajas, esperando que se multiplique en el cultivo y de un control de la plaga durante un largo periodo, aunque no de forma permanente.

Los nematodos entomopatógenos son parásitos obligados de insectos que presentan una relación simbiótica con una bacteria que les confiere las particulares características del complejo nematodo-bacteria y la enorme potencialidad como bioinsecticidas mediante estrategias inundativas o estacionales. Pertenecen a dos familias de nematodos del orden Rhabditida: la familia Steinernematidae y a la familia Heterorhabditidae. Los nematodos entomopatógenos son letales para muchos insectos, su bacteria simbiótica los puede matar en 24-48 horas, pero son muy seguros para el hombre, las plantas y otros animales. Encuentran al insecto activamente en hábitats ocultos, pudiendo ser efectivos en situaciones en las que otros plaguicidas no lo son. Finalmente, cabe señalar que se reproducen en el insecto que parasitan, pudiendo llegar a tener un efecto multiplicativo de la dosis inicial aplicada. Existen, sin embargo, diversos factores que pueden determinar su eficacia entre las que destacan las dificultades de entrada en el insecto, las interacciones con el sistema inmunitario del insecto que pueden encapsularlo antes de la liberación de la bacteria, el comportamiento de búsqueda de la plaga por parte del nematodo, y su supervivencia en el medio.

AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES

El control biológico de enfermedades consiste en la reducción de la densidad de inóculo o de las actividades inductoras de enfermedad de un patógeno o un parásito, en estado activo o durmiente, por la acción de uno o más organismos

(Baker y Cook, 1974). Estos organismos son los antagonistas que pueden ser de todo tipo: hongos, bacterias, nematodos, virus,..., y son los que ejercen una acción, directa o indirecta, que resulta en la reducción de la expresión de enfermedad. La explotación del antagonismo por el hombre consiste en una modificación cuidadosa del equilibrio biocenético para el beneficio de la planta cultivada. El control biológico se puede aplicar de tres formas, que pueden solaparse: explotación del control biológico natural, modificación del ambiente e introducción de antagonistas. La introducción de agentes de control biológico está basada en el desarrollo de biofungicidas, y otros bioplaguicidas.

En el caso de los biofungicidas gran parte de los esfuerzos en el desarrollo de estrategias de biocontrol se han dirigido hacia patógenos de suelo, lo que se puede justificar por dos razones, en primer lugar se dispone de un número menor de productos químicos autorizados y eficientes, y en segundo lugar las condiciones ambientales del suelo son menos variables que las del medio aéreo (Jiménez-Díaz, 2006).

Por tanto, a pesar del interés social por utilizar este tipo de productos, su aplicación práctica presenta aún importantes limitaciones. En general, los resultados con agentes de control biológico son variables e inconsistentes, lo que determina que este tipo de estrategias sean percibidas por los agricultores e industria con menos confianza que los productos fitosanitarios. Considerando en general bioplaguicidas, excluyendo los dirigidos a insectos plaga, hay registrados a nivel mundial en 2010 un total de 174 productos biológicos que corresponden a un total de 104 materias activas. En la Unión Europea (UE) actualmente están autorizadas 30 materias activas que contienen microorganismos no insecticidas, de los cuales veintinueve actúan como fungicidas, cuatro como bactericidas y dos como nematocidas (http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/?event=activesubstance_selection), y están pendientes de aprobación cuatro biofungicidas. Aunque la disponibilidad de los productos varía de un país a otro, los más frecuentes son productos bacterianos asociados con el género *Pseudomonas* y *Bacillus*, y productos fúngicos, principalmente cepas de *Trichoderma* y cepas no patógenas de *Fusarium*. En España en el 2016 la situación es aún más limitada, sólo se comercializan 12 formulaciones biológicas, 11 ellas actuando como biofungicidas (MAGRAMA, 2016).

PRÁCTICAS CULTURALES DE MANEJO DE "PLAGAS"

Una serie de prácticas y técnicas de producción- incluyendo la rotación de cultivos, el laboreo, los cambios en las fechas de siembra y de recolección, los cultivos trampa, los procedimientos sanitarios, la programación del riego, la fertilización, las barreras físicas, los aerosoles barrera, los tratamientos de aire frío, y proporcionar un hábitat para enemigos naturales de "plagas"- se pueden usar para manejar las "plagas" agrícolas.

Los controles culturales funcionan evitando la colonización del cultivo por de la "plaga", reduciendo las poblaciones de la "plaga", reduciendo el daño al cultivo, y aumentando los enemigos naturales en el agroecosistema (Ferro, 1996).

La investigación en nuevas técnicas de cultivo como solarización, continúan emergiendo. Sin embargo, la mayoría de las prácticas culturales no implican un producto de mercado, y la investigación y el desarrollo dependen únicamente del sector público.

PLANTAS GENÉTICAMENTE MODIFICADAS.

La ingeniería genética para desarrollar variedades tolerantes a herbicidas, plaguicidas vegetales, y otros productos para el control de "plagas" está aumentando en la mejora genética vegetal. Como consecuencia del alto coste de desarrollo de un plaguicida químico las grandes compañías químicas y de semillas han expandido su investigación y se han puesto a trabajar en biotecnología vegetal. Comparada con la mejora genética vegetal tradicional, la biotecnología vegetal reduce el tiempo necesario para identificar genes deseables. Esta tecnología permite a los investigadores dirigirse a una sola característica de la planta. El desarrollo de plantas genéticamente modificadas lleva alrededor de 6 años y cuesta aproximadamente 10 millones de dólares USA, mientras que un plaguicida químico lleva 11 años y cuesta entre 50-70 millones de dólares USA (Ollingery Fernandez-Cornejo, 1995).

En marzo de 1995 la EPPA aprobó por primera vez un registro limitado de plantas genéticamente modificadas con el plaguicida Bt para combatir el tadaladro del maíz a Ciba y Mycogen Plant Sciences, y en agosto de 1995, una aprobación provisional para el uso comercial del plaguicida transgénico Bt. Este maíz también se cultiva actualmente en Europa.

CONCLUSIONES

En la agricultura actual la protección de cultivos constituye un desafío importante para los profesionales de la Entomología y la Fitopatología. España ha sido pionera en el desarrollo de programas Sistemas Agrarios Sostenibles (SAS), con la creación de las ATRIAS (Agrupaciones para el Tratamiento Integrado en Agricultura) en el cultivo de algodón a partir de 1979, y extendido posteriormente a otros cultivos (hortícolas, viña, olivar, frutales, etc.) en Andalucía o las ADVs (Asociaciones de Defensa Vegetal) en Valencia. Estas ATRIAS, formadas por técnicos especializados en cada cultivo(s), asesoran a los agricultores para incorporar los nuevos métodos de control como prácticas habituales de cultivo en la protección contra plagas y enfermedades. Las Órdenes de 26 de julio de 1983 y de 17 de noviembre de 1989 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, regulan la creación y fomento de las SAS y establecieron las primeras ayudas para las agrupaciones de agricultores

para la aplicación de las técnicas de lucha integrada y utilización racional de productos fitosanitarios.

La puesta en práctica de la nueva Ley de Sanidad Vegetal pretende fomentar firmemente los programas de Control Integrado de Plagas (CIP) (Ley 43/2002 de 20 de noviembre de 2002, de sanidad vegetal, BOE num. 279), que incluyen el uso de agentes de control biológico naturales. Este tipo de agricultura ocupa actualmente una superficie no despreciable y que está en claro crecimiento especialmente en el sector hortofrutícola.

En España, la publicación de las guías de Gestión Integrada de "Plagas" (GIP) supone un paso adelante en la sanidad vegetal de los cultivos españoles.

REFERENCIAS

- Baker, K.F., Cook, R.J. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman and Company. San Francisco (EUA) 433 pp.
- Boller, E.F., El Titi, A., Gendrier, J.P., Avilla, J., Jörg, E., Malavolte, C. 1999. *Integrated Production. Principles and Technical Guidelines*. 2nd ed. John Wiley and Sons. New York, (EEUU). 723 pp.
- Fernandez-Cornejo, J., Jans, S., Smith, M. 1998a. *Issues in the Economics of Pesticide Use in Agriculture: A Review of the Empirical Evidence*, *Review of Agricultural Economics*, Vol. 20, No. 2, pp. 462-88.
- Ferro, D. 1996. *Cultural Controls*, *Electronic IPM Textbook*, E.B. Radcliffe y W.D. Hutchison (eds.). University of Minnesota and the Consortium for International Crop Protection, Ted Radcliffe's Gopher State IPM Site (<http://ipmworld.umn.edu/>).
- Jacobsen, B. 1996. *A USDA Integrated Pest Management Initiative*, *Electronic IPM Textbook*, E.B. Radcliffe y W.D. Hutchison (eds.). University of Minnesota and the Consortium for International Crop Protection, Ted Radcliffe's Gopher State IPM
- Jiménez-Díaz, R.M. 2006. *Utilización de agentes microbianos para el control de enfermedades en la agricultura sostenible: factores que influyen sobre la eficacia de biocontrol*. *Phytoma España* 182
- Kogan, M. 1998. *Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments*. *Annual Review of Entomology*. 43: 243-270.
- MacIntyre, A. 1987. *Why Pesticides Received Extensive Use in America: A Political Economy of Agricultural Pest Management to 1970*, *Natural Resources Journal*, Vol. 27, Summer.
- National Academy of Sciences. 1995. *Ecologically Based Pest Management: New Solutions for a New Century*. National Research Council, Board on Agriculture, Washington, DC: National Academy Press.

- Ollinger, M., Fernandez-Cornejo, J. 1995. Regulation, Innovation and Market Structure in the U.S. Pesticide Industry, U.S. Dept. Agr., Econ. Res. Serv., AER-719, June.
- Ridgway, R.L., Inscoc, M.N., Thorpe, K.W. 1994. Biologically Based Pest Controls: Markets, Industries, and Products, Special Report for OTA, U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv., May 20.
- Viñuela, E., Jacas, J. 1993. Los enemigos naturales de las "plaga"s y los plaguicidas. Hojas Divulgadoras 2/93. MAPA, Madrid. España, 24 pp.
- Viñuela, E. 2005. La lucha biológica, pieza clave de la agricultura sostenible. Pp. 15-30 en "El Control Biológico de "plaga"s y enfermedades" (J.J. Jacas y J. Avilla, eds.). 223 pp.

SANIDAD VEGETAL Y LA EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS.

Miguel Vela Bermúdez

Ingeniero Agrónomo

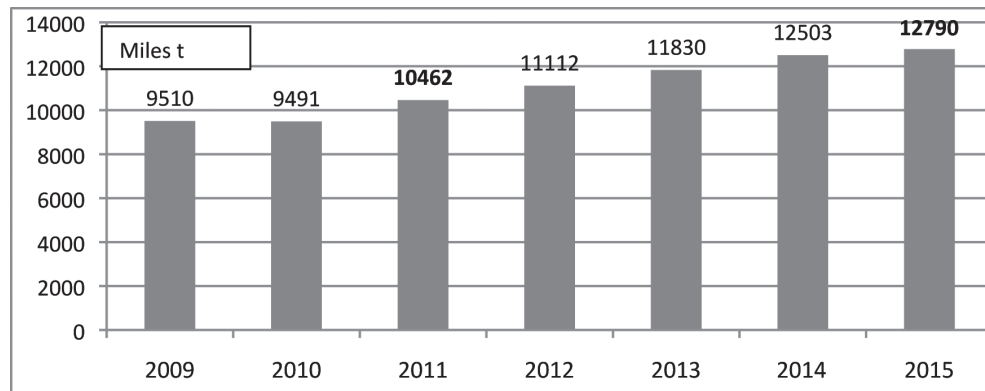
Director del Departamento de Calidad de Fepex

DESTINO DE LA EXPORTACIÓN ESPAÑOLA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

España con 30,5 millones de toneladas es el primer país productor de frutas y hortalizas frescas de la UE y el noveno en el ranking de países productores del mundo, seguido de Italia con 28 millones de toneladas y de Francia con 18 millones, según la última actualización de datos de la FAO correspondientes a 2013.

Se estima que la producción española de frutas y hortalizas destinadas al mercado de fresco asciende a 22 millones de toneladas, de las que aproximadamente 13 millones de toneladas se dedican a la exportación y otros 9 millones al consumo interno.

En el gráfico siguiente se pone de manifiesto la evolución creciente de las exportaciones españolas de frutas y hortalizas frescas que durante los últimos cinco años han experimentado un crecimiento del 22,2% en volumen, totalizando 12.789.939 toneladas en 2015.



Fuente. Datos procedentes de Aduanas y procesados por Fepex. (Actualizados a 22-Nov-2016)

En valor, la exportación hortofrutícola española en 2015 creció un 11,7% con relación al año anterior, asciendo a 11.902 millones de euros.

De los 12.789.939 toneladas exportadas en 2015, 11.920.161 t es decir un 93,2% tuvieron como destino la UE. El 6,8% restante, es decir 869.778 t tuvieron como destino países extra-comunitarios, predominando entre estos los extra-europeos que acapararon 554.526 t es decir el 63,7% mientras que los países de la Europa no comunitaria recibieron 315.167 t es decir el 36,3% con un comportamiento negativo en algunos de los mercados de este grupo, como Bielorrusia (-53%) Ucrania (-18%) Noruega (-3%) siguiendo vigente el veto de Rusia a las exportaciones de la UE y en consecuencia el acceso a este mercado, que constituía el primer mercado fuera de la UE.

2.015		t	%					
Exportaciones UE 44.264.001	UE	36.995.113	84	EUROPA no comunitaria	Extra-Europa			
	Extra-UE	7.268.888	16		AFRICA	ASIA	AMERICA	OCEANIA
			100	3.504.089	1.785.275	1.234.846	730.744	13.934
				Total Extra-Europa			3.764.799	
		t	%					
Exportaciones españolas 12.789.939	UE	11.920.161	93,2	EUROPA no comunitaria	Extra-Europa			
	Extra-UE	869.778	6,8		AFRICA	ASIA	AMERICA	OCEANIA
			100	315.252	153.486	158.105	241.466	1.469
				Total Extra-Europa			554.526	
% Exportaciones españolas/Exportaciones comunitarias				8,6	12,8	33,0	10,5	

Comparando la situación de las exportaciones comunitarias con las españolas se observa que mientras la UE destina un 16% a las exportaciones a extra-UE, la presencia española en este mercado es muy inferior (6,8%) en parte imputable al fuerte peso en las exportaciones comunitarias de patata, cebolla y manzanas que representan el 80% y en las que el peso de la producción española es menor en el conjunto comunitario.

De las 554.526 t exportadas por España fuera de Europa durante 2015, correspondieron al continente americano 241.466 t. En este continente los principales mercados fueron Brasil, Canadá y EEUU. A Brasil se exportaron 118.364 t distribuidas del siguiente modo: 61.966 t de cebollas y ajos, 24.580 t de frutas de hueso y 11.778 t de manzanas y peras. A Canadá se destinaron 52.057 t de las cuales 38.130 t fueron de cítricos, 1.693 t de ajos y cebollas, 1.388 t de pepinos y 5.129 t de las demás hortalizas. A EEUU se destinaron 51.431 t de las que 30.160 t fueron de cítricos y 11.914 t de cebollas. El

grupo de pepinos y pepinillos representó 1.709 t y el de las demás hortalizas frescas 4.743 t.

Llama la atención los mínimos volúmenes de exportación a países que, como los citados, tienen en teoría un gran potencial de mercado como Méjico y Argentina, con 13 y cero toneladas respectivamente.

A África se exportaron 153.486 t siendo Marruecos y Argelia con 62.103 t y 55.281 t respectivamente los principales destinos representando el 76,5% de las exportaciones a este continente. Si consideramos además Sudáfrica con 8.220 t, Túnez con 4.933 t, Senegal con 4.758 t y Egipto con 4.553 t, alcanzamos el 91,1% del total exportado al continente africano. Del total exportado a Marruecos, 29.638 t fueron de frutas de pepita, y 11.721 t de cebolla. Con respecto a Argelia, del total exportado, 18.478 t fueron de cítricos y 13.148 t de frutas de pepita.

A Asia se exportaron 158.105 t siendo Emiratos Árabes Unidos con 59.505 t y Arabia Saudí con 40.621 t los principales destinos representando el 63,3%. A gran distancia están Israel con 7.329 t y Jordania con 6.412 t. De las 59.505 t exportadas a los Emiratos, 19.061 t lo fueron de cítricos, 10.240 t de fruta de pepita, y 8.916 t de cebollas y ajos. A continuación, a gran distancia aparecen las lechugas con 4.671 t y las coles con 3.497 t. La situación en Arabia Saudí es similar, con 13.415 t de cítricos, 6.962 de fruta de pepita, 5.982 de fruta de hueso, 5.630 t de lechugas y 2.422 t de coles.

Entre los destinos del lejano oriente destacaron, en 2015, los siguientes: Hong Kong con 6.405 t de las cuales 3.874 t fueron de cítricos, Singapur con 4.395 t de las que 1.325 fueron de cítricos, 611 t de frutas de pepita y 463 t de melones y sandías, Malasia con 4.702 t de las cuales 2.377 t fueron de cítricos y 1.022 t de fruta de hueso, China con 3.938 t prácticamente todas de cítricos. A Corea del Sur se destinaron 2.375 t todas ellas de cítricos y a Taiwan fueron 3.676 t todas ellas de cebolla.

A Oceanía, concretamente a Australia se exportaron 1.469 t de las cuales 942 fueron cebollas y 526 cítricos.

MOTIVOS Y DIFICULTADES PARA EXPORTAR

Las cifras mencionadas revelan una fuerte concentración de las exportaciones en los mercados comunitarios y ponen de manifiesto la necesidad de su diversificación debido a la creciente competencia de países comunitarios y no comunitarios en los mercados de UE. En el primer caso por la fuerte tecnificación de sus explotaciones, muy intensivas en capital, lo que les permite alcanzar rendimientos muy superiores, y por otro, por las producciones crecientes en determinados países mediterráneos que tienen las mismas condiciones climáticas que el sector español y unos costes sociales y medioambientales muy inferiores.

De diverso ámbito son las dificultades a las que se enfrenta el sector para diversificar sus mercados. Entre estas cabe destacar::

- Falta de instalaciones logísticas para el transporte, manipulación,.. etc del producto que sean competitivas con las de otros países comunitarios, dificultad particularmente notable en el caso de acceso a mercados lejanos.
- En el ámbito comercial puede señalarse la fuerte competencia de países más cercanos y la reducida dimensión de la demanda de determinados productos.

Pero es sin duda alguna la superación de las barreras fitosanitarias, una de las mayores dificultades a las que se enfrenta la exportación de frutas y hortalizas a terceros países.

REQUISITOS FITOSANITARIOS EN LA EXPORTACIÓN A PAÍSES TERCEROS

Certificado fitosanitario:

Entre los requisitos fitosanitarios para la exportación podemos distinguir entre requisitos sencillos y complejos. Los primeros se concretan en la exigencia de un certificado fitosanitario, que es un documento que confirma que los productos que van a importarse han sido inspeccionados de acuerdo a los procedimientos adecuados y se consideran que están libres de enfermedades de cuarentena y prácticamente libres de otras enfermedades infecciosas y conformes con la legislación fitosanitaria vigente en el país importador.

Hay algunos países que requieren requisitos adicionales a este certificado, como es el reciente caso de Brasil para las exportaciones de frutas de hueso que requiere que figure la declaración adicional de encontrarse «libre de *Cydia Pomonella* o de *Plum Pox Virus*” (virus de la sarka)

Los requisitos fitosanitarios complejos son los contemplados en los protocolos establecidos para las campañas específicas de exportación

Protocolos específicos de importación

El régimen de control fitosanitario de las importaciones aplicado en la UE es un régimen abierto que permite la entrada en su territorio de todo lo que no esté expresamente prohibido, en consecuencia, la fitosanidad de la Unión sufre la amenaza de especies nocivas para los vegetales y productos vegetales, cuyo riesgo de introducción en el territorio de la Unión se ha incrementado debido a la globalización de los intercambios comerciales y al cambio climático.

Frente a esta situación, EEUU, Canadá y otros países como China, Japón, Corea, Sudáfrica,.. permiten la entrada en su territorio solamente de aquellos binomios producto/país para los que previamente se ha llevado a cabo un proceso de negociación que se ha plasmado en un documento, denominado protocolo de exportación, en el que se recogen una serie de condiciones fitosanitarias, que van más allá del certificado fitosanitario y que los productores han de cumplir.

Grupo de Trabajo de Frutas y Hortalizas en el marco del Plan de Internacionalización del Sector Agroalimentario.

Con el fin de facilitar las exportaciones de los productos hortofrutícolas españoles en aquellos casos en los que el acceso al mercado está cerrado por exigencias fitosanitarias que requieren una negociación previa de las condiciones a cumplir, normalmente en forma de protocolo impuesto por las autoridades de determinados países, se constituyó en 2013 el Grupo de Trabajo de Frutas y Hortalizas en el marco del Plan de Internacionalización del Sector Agroalimentario, que está integrado por las Asociaciones sectoriales con interés en la exportación a terceros países, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, y el ICEX, además de la Red de Oficinas Comerciales en el Exterior y las Consejerías de Agricultura en el exterior.

Considerando, por una parte el gran número de solicitudes de apertura de nuevos mercados que había en el momento de la constitución del grupo, y por otra los procesos de negociación ya abiertos con las autoridades fitosanitarias de diversos países, con el objetivo de concentrar los esfuerzos y rentabilizar los recursos escasos de los que disponía el grupo, la Administración acordó proceder a la priorización de las solicitudes de apertura de nuevos mercados, y se estableció el siguiente procedimiento a seguir para la apertura de mercado para cualquier producto:

- 1.- Toda solicitud debe partir de una asociación.
- 2.- Cada solicitud deberá afectar a un solo producto o grupo de productos
- 3.- La solicitud deberá ir acompañada de una valoración o estudio de mercado, que en síntesis debería contener información que determine la viabilidad económica de esta operación conteniendo información sobre:
 - a. Análisis cuantitativo y cualitativo de la oferta.
 - b. Análisis del comercio (logística, posibles canales de distribución, precios de mercado,..)
 - c. Análisis de la demanda (tendencias generales del consumo,..)
- 4.- Evaluación interna por parte de la Administración, y consenso del sector
- 5.- Información al sector e inicio, en su caso, del proceso de negociación.

Fruto de esta priorización fue el establecimiento del siguiente listado de mercados en negociación, donde además figura una columna con el interés transmitido a Fepex por sus Asociaciones.

Pais	Producto	
	En negociación	De interés para las Asociaciones de Fepex
ARGENTINA	Cebollas y ajos	Cítricos
	Cereza	
	Manzana	
	Melocotón	
	Ciruela	
BOLIVIA		Gerbera, Limonium
BRASIL	Fresa	Berenjenas, Rábanos
	Arándanos	
CHILE	Cebollas	Fruta de pepita y de hueso
CHINA	Uva de mesa	Cerezas, Fruta de pepita, Fresas y Berries, Caquis, Plantas ornamentales
CANADA		Cebolla, fresa, frambuesa, arándanos, moras
COLOMBIA	Fruta de Hueso	
COREA DEL SUR	Caqui	
	Fruta de hueso	Cerezas, manzanas, Peras, Uvas
EEUU	Melocotón, nectarina y ciruela	Alcachofas, Cebollas
	Cereza	
	Peras y manzanas	
EGIPTO	Caqui	
	Mango	
FILIPINAS	Caqui	
	Cítricos	Gerbera, Limonium
INDIA	Caquis,	Pera, Fresas y Berries
	Uva	
	Cítricos	
	Manzanas	

ISRAEL	Cerezas	Lechugas
JAPÓN	Caquis	Cebollas
	Tomates	
MEJICO		Caqui, Gerbera y Limonium
PERÚ		Cerezas, melocotón, Ciruela, Albaricoque, Fresas,
SUDÁFRICA	Mangos	
	Caquis	Fresas y Berries
REPUBLICA DOMINICANA		Melocotón, Ciruela, manzanas, peras
TAILANDIA	Uvas	
	Peras	
	Caqui	
	Cerezas	
TAIWAN	Manzana	Ciruela, Uva, Cítricos, Caquis
URUGUAY		Limoniym
VIETNAM	Uva,	Melocotón, nectarina, albaricoque, ciruela cereza, manzanas
	Caqui	
	Cítricos	

La negociación con el tercer país comienza por el intercambio de información técnica, conocido como *Pest Risk Assessment* (PRA) ó "Análisis del riesgo de plagas" que es el "Proceso de evaluación de las evidencias biológicas u otras evidencias científicas y económicas para determinar si una plaga debería reglamentarse y la intensidad de cualesquiera medidas fitosanitarias que han de adoptarse contra ella". [FAO, 1995; revisado CIPF, 1997; aclaración, 2005

Este análisis tiene como objetivo el establecimiento de los requisitos fitosanitarios para el acceso a este mercado, requisitos que pueden ser sencillos o complejos.

En este proceso se contemplan generalmente las siguientes etapas:

- Evaluación del riesgo de plagas, en la que se determina si una plaga es de cuarentena y se evalúa su potencial de introducción en el tercer país.
- Manejo del riesgo de la plaga, proceso en el que se toman decisiones con el fin de reducir el riesgo de entrada y establecimiento de la plaga.

- Establecimiento de medidas fitosanitarias, para prevenir la introducción y propagación de una plaga de cuarentena.

En estos protocolos se recogen los organismos considerados nocivos por el país importador, y se establecen las medidas de control que este país exige. Las Comunidades Autónomas se encargan de realizar inspecciones para comprobar en campo que efectivamente se cumplen

La elaboración de estos protocolos requiere generalmente un largo y complejo proceso de negociación producto por producto y país, proceso que suele durar entre dos y ocho años para un solo producto, a pesar de que los estándares de calidad, control de plagas y sostenibilidad comunitarios pueden ser considerados los más rigurosos a nivel global.

Para finalizar con éxito este proceso de negociación es clave el buen estado fitosanitario del producto en cuestión respaldado por unos servicios oficiales de sanidad vegetal que generen confianza en sus homólogos del tercer país, y un sector con prestigio sostenido en los mercados, además de contar con un buen sistema de trazabilidad, y un sistema fiable de certificación.

Módulo CEXVEG (Campañas Específicas de Exportaciones)

Para facilitar las exportaciones, el MAGRAMA ha creado el Módulo de Campañas Específicas de Exportaciones, un módulo dentro de la aplicación informática CEXVEG (Comercio exterior de vegetales) de la Subdirección General de Acuerdos Sanitarios y Control en Frontera destinado a la inscripción de parcelas, centrales hortofrutícolas e invernaderos que forma parte de las campañas específicas de exportación. La finalidad de la existencia de estas inscripciones es poder tener una trazabilidad de los productos vegetales que participan en dichas campañas y del cumplimiento de los requisitos marcados por el país de destino en lo que a inspecciones fitosanitarias se refiere.

La aplicación CEXVEG tiene diferentes módulos, según el usuario sea Operador, MAPAMA, Comunidad Autónoma ó Entidad Auditora.

Esta aplicación tiene un módulo de campañas específicas de exportación en el que recogen los requisitos para la exportación para aquellos binomios para los que existe protocolo, que son los siguientes:

Producto/ Grupo de productos	Países	Especies/variedades	Entrada en vigor	Situación
------------------------------------	--------	---------------------	---------------------	-----------

Cítricos	Australia	Todas las especies y variedades	feb-99	
	China	Naranjas, mandarinas, limones y pomelos. Todas las variedades	nov-05	
	Corea	Naranjas (variedades: Navel, Valencia, Salustiana)	sep-04	
	Mejico	Naranjas dulces, mandarinas y limones. Todas las variedades	nov-04	
	Japón	Cítricos	sep-96	
	EEUU	Naranjas dulces y clementinas (en general). Limones (variedades: Verna, Fino, Eureka, Lisbon)	2001	
Frutas de pepita	Israel	Manzanas, membrillos y peras. Todas las variedades	Mar-99	
Frutas de Hueso	Canadá	Cereza, ciruela, albaricoque, melocotón y nectarina. Todas las variedades	Feb-08	
		Uva de mesa		
		Kiwi amarillo		
	Caqui	Sep-16		
	Granada			
Méjico	Cereza, ciruela, albaricoque, melocotón y nectarina. Todas las variedades	mar-11		
Sudáfrica	Cereza, ciruela, albaricoque, melocotón y nectarina. Todas las variedades	May-12		
EEUU	Albaricoque y aguacate	Jul-15		
China	Melocotón y ciruela	Jul-16		
Hortalizas	EEUU	Pimiento	Jul-98	
		Tomate		

La negociación de los protocolos de exportación es responsabilidad de la Subdirección General de Acuerdos Sanitarios y Control en Frontera del MAGRAMA en colaboración con entidades representativas del sector.

REQUISITOS CONTEMPLADOS EN ESTOS PROTOCOLOS

Zonificación de la producción

Algunos de estos protocolos establecen una zonificación de la zona de producción y estacionalidad de las campañas, de tal manera que las autorizaciones para exportar no son nacionales sino que se conceden por provincias o comarcas, y durante determinado periodo. Ejemplos:

- El protocolo de exportación de tomate procedente de invernaderos con destino a Estados Unidos es aplicable exclusivamente a tomates rojos y rosas procedentes de invernaderos de las provincias de Almería y Murcia o los municipios de Carchuna y Albuñol en Granada.
- El protocolo de exportación de frutas de hueso a México solamente contempla aquellas frutas procedentes de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- En algunos protocolos se establece un corto periodo de exportación. Ejemplo: El protocolo de tomate a EEUU aplicable a la campaña 2016-2017 señala que el periodo de exportaciones es desde el 1 de diciembre de 2016 al 30 de abril de 2017. En pimiento en la campaña 2014-2015 este periodo fue del 1 de octubre al 30 de abril.

En otros casos es preciso la constitución de un fondo para pagar los gastos de los servicios de inspección (p.e. albaricoques y aguacates a EEUU)

Requisitos aplicables al operador, a la Comunidad Autónoma, a la entidad auditora y al MAPAMA.

Estos protocolos contemplan una serie de requisitos, aplicables unos al operador, y otros a la Comunidad Autónoma, a la entidad auditora y al MAPAMA.

Entre las actuaciones requeridas al operador cabe destacar las siguientes:

- Obligación de registrarse en el módulo de campañas específicas de exportación de la aplicación informática CEXVEG
- Presentación de solicitud de inscripción de parcelas y de almacenes. Las parcelas serán inscritas según recinto SIGPAC y se incluirá en cada una de ellas las especies, variedades, producción y superficies.

Para la presentación de ambos tipos de solicitudes será necesario adjuntar la siguiente documentación:

- Contrato o precontrato con la Entidad Auditora habilitada por la Comunidad Autónoma.

- Declaración jurada de autorización por parte de los titulares de las parcelas/almacenes para inscribirlas en la Campaña.
- Declaración de compromiso de conocimiento y cumplimiento del protocolo para la presente campaña.
- Propuesta de los tratamientos fitosanitarios a realizar en las parcelas
- Cumplir con los requisitos fitosanitarios específicos impuestos en el protocolo

La Comunidad Autónoma deberá realizar, entre otras las siguientes actuaciones

- Autorizar a las Entidades Auditoras, si procede.
- Validar las solicitudes de parcelas y almacenes que los operadores han presentado.
- Realizar las agrupaciones necesarias en Unidades de Inspección. La Comunidad Autónoma. podrá autorizar a la Entidad Auditora a realizar dichas agrupaciones cuando así lo determine.
- Realizar las correspondientes inspecciones. La Comunidad Autónoma. podrá autorizar a la Entidad Auditora a realizar dichas inspecciones cuando así lo determine.
- Una vez aprobadas las inspecciones, la Comunidad Autónoma tendrá que validarlas para que las parcelas o almacenes de confección pertenecientes a esa Unidad de Inspección sean autorizadas para exportar.
- Deberá realizar las inspecciones fitosanitarias contempladas en el protocolo específico y comunicar su resultado a la Subdirección General de Acuerdos Sanitarios y Control en Frontera del MAPAMA.

La Entidad Auditora deberá:

- Registrarse en el módulo de Campañas Específicas de Exportación.
- Solicitar la autorización de la Comunidad Autónoma para cada campaña específica de exportación.
- Tener un contrato o precontrato con el solicitante, en el que se incluyan los datos de parcelas y almacenes solicitados para su comprobación
- Realizará las inspecciones fitosanitarias y otras tareas cuando así lo determine la Comunidad Autónoma.

El MAPAMA a su vez deberá:

- Dar de alta en la aplicación CEXVEG a los operadores que soliciten inscribirse en la campaña.
- Emitir los certificados fitosanitarios con la declaración adicional correspondiente.

Requisitos fitosanitarios específicos contemplados en los protocolos

Cada protocolo contempla unos requisitos específicos para aquellas plagas que considera de cuarentena. A continuación analizaremos los contemplados en los siguientes:

- Programa de manejo para *Drosophila suzukii* y el Plan de Trabajo Específico para Especies de *Monilinia*. establecido en el protocolo de la campaña de exportación de fruta de hueso a Sudáfrica.
- Medidas de manejo específicas contra *Ceratitis capitata*, *Monilinia fructicola*, *Cydia pomonella* establecidas en el protocolo de la campaña de exportación de melocotón y ciruela a China.
- Enfoque de sistemas para la gestión del riesgo de *Lobesia Botrana* en las campañas de exportación de frutas de hueso, uva de mesa, caquis y kiwis a Canada

Programa de manejo para *D..suzukii* establecido en el protocolo de la campaña de exportación de fruta de hueso a Sudáfrica

En él se establecen las siguientes medidas:

1. Medidas pre cosecha para *D.suzukii*: La Comunidad Autónoma definirá las áreas de mínimo 2 km alrededor de las parcelas registradas. En estas áreas deberán identificarse todos los hospedantes de *D.suzukii* incluidos árboles aislados, huertos abandonados y jardines privados.

Se distinguirá entre áreas libres de *D. suzukii* y áreas con antecedentes, siendo las primeras aquellas en las que nunca se hayan registrado capturas de la plaga y en ella se instalarán trampas en la parcela y en un área de al menos 2 km alrededor de ésta 100 días antes de la recolección, con la siguiente densidad: incluir 1 trampa por unidad de inspección y 1 trampa por orientación (N-S-E-O) en los 2km perimetrales.

En el caso de no registrarse capturas durante ese periodo, el área se seguirá considerando Área Libre de Plaga.

En el caso de detectarse alguna captura, en la parcela o área de 2 km, todas las parcelas de dicha área quedarán suspendidas para el resto de la campaña. Se deberá comunicar a Sudáfrica durante los siguientes 4 días laborables

En las áreas con antecedentes, se definirá un programa de manejo que incluya la planificación de controles químicos y tratamientos cebo. Para ello será necesario:

- a) Que la Comunidad Autónoma defina las áreas de 2 km alrededor de las parcelas.
- b) Elaboración de un Programa de Manejo para las áreas de al menos 2 km alrededor de las parcelas, que incluirá control químico y tratamientos cebo. Todos los hospedantes del área tendrán que seguir el programa de control químico, incluidos los frutales aislados, parcelas abandonadas y jardines privados.
- c) Instalación y seguimiento de trampas al menos 30 días antes de recolección. La densidad de trampas a instalar será la especificada para el caso de áreas libres de *D. suzukii*.
- d) Medidas en la parcela:
 - Los productores eliminarán continuamente los frutos sobremaduros y caídos de las parcelas. También los que permanezcan en el árbol tras la cosecha. Los frutos eliminados se pondrán en bolsas de plástico duradero, cerradas y se solarizarán o enterrarán al menos a una profundidad de 50 cm.
 - Los productores eliminarán las plantas hospedantes cercanas a las parcelas, que no estén incluidos en el manejo
- e) Manejo en las áreas alrededor de las parcelas: Si se detecta una captura en los 30 días anteriores a la cosecha se implementará el programa de control químico y los tratamientos cebo. El control químico continuará durante la maduración y el periodo de cosecha.

MEDIDAS POST COSECHA: CABE DESTACAR LAS SIGUIENTES:

El almacén de confección deberá garantizar que la fruta procedente de parcelas inscritas, se recibe, maneja, procesa y almacena separadamente de fruta procedente de parcelas no inscritas o de fruta de otra campaña.

Durante la cosecha y confección de la fruta se evitará golpearla, evitándose en todo momento que su empaquetado coincida en lugar y tiempo con el de fruta destinada a otros mercados.

Se instalaran y seguirán al menos 2 trampas en cada almacén durante el periodo de confección.

Si se detectase *D. Suzukii* no se podrá exportar la fruta sin un tratamiento post-cosecha y el operador se deberá poner en contacto con la Comunidad Autónoma de manera que establezca un tratamiento postcosecha aceptado por Sudáfrica y comunicarlo al Ministerio.

Inspección post cosecha:

La Comunidad Autónoma o una Entidad Auditora autorizada inspeccionarán y tomarán muestras representativas de cada envío de fruta para garantizar que está exento de plagas de importancia cuarentenaria. Previamente se inspeccionará una muestra según un procedimiento que establezca un intervalo de confianza del 95% de detectar fruta infestada, si el porcentaje de infestación es del 2% o superior.

Plan de Trabajo para especies de *Monilinia*

El plan de Trabajo para especies de *Monilinia* prevé una serie de requisitos a cumplir tanto por parte del productor como por parte del almacén de confección al que se destine la fruta.

Medidas Culturales:

El productor cumplirá las medidas relativas al control de *Monilinia* spp. (moniliosis) que establezcan las Normas Técnicas para la Producción Integrada de Fruta de Hueso de su Comunidad Autónoma o el Sistema de Producción Certificado al que se acoja

Tratamientos en Pre-cosecha:

Se realizarán un mínimo de 3 tratamientos fungicidas durante la etapa de floración y otros 3 tratamientos adicionales en el periodo comprendido entre los 28 y 10 días previos a la cosecha. Asimismo, se desarrollará una estrategia para prevenir la aparición de resistencias a los fungicidas utilizados. El productor utilizará sólo materias activas autorizadas en España para control de *Monilinia* spp. (moniliosis) en el cultivo, respetando las limitaciones adicionales que puedan establecer los Reglamentos de Producción Integrada de su Comunidad Autónoma o, en su caso, las Normas Técnicas correspondientes. Asimismo, la fruta no deberá superar los límites máximos de residuos (LMRs) establecidos por la legislación sudafricana.

Será responsabilidad del productor comprobar que las materias activas estén autorizadas por la legislación de residuos de plaguicidas sudafricana, así como conocer los LMRs permitidos.

Inspección Pre cosecha y Análisis PCR (Reacción en cadena de la polimerasa)

Durante la inspección que la Comunidad Autónoma o Entidad Auditora autorizada realizará al menos 6 semanas antes de la recolección, tomará una muestra de 600 frutos de cada parcela para su posterior análisis mediante PCR en laboratorio.

El muestreo será dirigido, es decir, de entre los frutos disponibles se escogerán aquellos que presenten síntomas de infección por *Monilinia* spp., golpes o lesiones. Se darán preferencia a aquellas zonas donde exista mayor probabilidad de desarrollo de la enfermedad. Este procedimiento otorga un intervalo de confianza de detectar fruta infectada del 95%, si el porcentaje de infección es 0,5% o superior.

Las muestras deberán ser enviadas a un laboratorio autorizado por la Comunidad Autónoma correspondiente para el diagnóstico de *Monilinia* spp. Para enviar la muestra a laboratorio, los frutos se envolverán en papel de periódico para que se absorba la humedad, y posteriormente se enviará al laboratorio en bolsas plásticas cerradas o cajas de cartón. Siempre que sea posible, se recomienda seleccionar aquellas muestras que sólo presenten síntomas iniciales de la infección, para evitar que el avance de la enfermedad deteriore la muestra durante el transporte.

Si el análisis mediante PCR resultara positivo para *M. fructicola* o *M. fructigena*, la parcela será suspendida para el resto de la campaña.

Inspección Post cosecha y Análisis PCR

La Comunidad Autónoma o una Entidad Auditora autorizada inspeccionarán muestras representativas de cada envío de fruta para garantizar que está exento de *Monilinia* spp. en el momento del envío.

Para ello, deberá determinarse si el número de cajas que va a constituir el envío es mayor o menor de 2.000 unidades. Si es menor o igual a 2.000, la muestra la constituirán 143 cajas; si es mayor de 2.000 unidades, la muestra la constituirán 150 cajas. En caso de duda, deberá tomarse una muestra de 150 cajas.

Se seleccionarán de manera aleatoria 143 o 150 confeccionadas (mientras que se están conformando los palets). Estas cajas podrán ser seleccionadas directamente por el inspector o estar previamente seleccionadas, para que posteriormente se proceda a la inspección. De esta muestra se tomará una sub-muestra de 750 o 630 frutos, que será enviada a laboratorio para el diagnóstico de *Monilinia* spp.

Enfoque de sistemas para la gestión del riesgo de *Lobesia botrana* con destino a Canadá

El objetivo del enfoque de sistemas es prevenir la introducción de *Lobesia botrana* (Polilla del racimo de la vid) en Canadá. Para ello se establecen las siguientes medidas:

Medidas en los lugares de producción.

Registro de los lugares de producción

- Los frutos deben ser cultivados en lugares de producción aprobados y registrados por las Autoridades competentes en materia de Sanidad Vegetal.
- Cada lugar de producción debe tener actualizado su Manual de Programa de Manejo para garantizar el cumplimiento coherente con este Enfoque de Sistemas y satisfacer los requisitos de importación canadienses para *Lobesia botrana*

Trampas:

Se debe colocar al menos 1 trampa de feromonas en cada lugar de producción (identificado mediante el código SIGPAC), con una distancia mínima de 10 m entre trampas para diferentes especies y se inspeccionaran semanalmente durante el período de actividad del organismo nocivo. En caso de capturas, se aplicarán los tratamientos fitosanitarios correspondientes

Vigilancia sobre *Lobesia*:

Antes de la cosecha, se debe examinar una muestra de 20 frutos de 50 árboles por lugar de producción.

En caso de ser detectada *Lobesia botrana* en frutos, el lugar de producción (identificado mediante el código) será excluido del Programa.

Formación:

El personal de producción estará adecuadamente formado, y tiene los conocimientos suficientes para implementar los requerimientos de estas medidas

Se llevará a cabo un registro documental del tipo de formación ofrecida (por ejemplo: identificación de plagas, control de plagas, etc.), así como de la asistencia y de los resultados obtenidos.

Protocolo de exportación de melocotones y ciruelas a China

En él se establece que el operador deberá prestar atención a las siguientes plagas:

C. capitata: Para la cual se instalarán trampas de monitoreo en cada Unidad de Inspección al menos 45 días antes de recolección y hasta final de la misma con una densidad de 1 trampa cada 5 ha, con un mínimo de 1 trampa por cada Unidad de Inspección realizando conteos semanales. Se aplicarán tratamientos químicos cuando se supere el umbral de 1MTD (mosca, trampa y día) en mosqueros con atrayente alimenticio y de 3MTD en trampas sexuales. Se

podrá utilizar también suelta de machos estériles, además de captura masiva o atracción y muerte como métodos alternativos o añadidos de control.

C.pomonella: Instalar al menos 1 trampa cada 3 ha para *C. pomonella* desde el comienzo de la curva de vuelo (marzo) y hasta final de recolección y no

menos de 1 trampa por Unidad de Inspección, realizando conteos cada 2 semanas. Ante detecciones en trampa realizar monitoreo de frutos para detectar posible presencia en fruto.

G. funebrana: Instalar trampas para *G. funebrana* desde el comienzo de la curva de vuelo (abril) hasta final de recolección con una densidad de 1 trampa

cada 3 ha. en ciruelas y 1 trampa cada 10 ha. en melocotones, con un mínimo de 1 por Unidad de Inspección y realizar conteos semanales. Ante detecciones en trampa, realizar monitoreo de frutos para detectar posible presencia en fruto.

Monilinia fructicola: En caso de detectar síntomas de *Monilinia fructicola* durante la cosecha o manejo en almacén, la Unidad de Inspección será rechazada para exportación

Las consecuencias de los requisitos descritos anteriormente para diferentes productos y países son las siguientes:

- Incertidumbre de los productores y exportadores sobre el cumplimiento de los requisitos e inseguridad sobre el acceso final al mercado.
- Imposibilidad de establecer un marketing orientado a consolidar una presencia permanente en el mercado en cooperación con los clientes, y
- Desvalorización del producto, que es reducido por las condiciones establecidas a la condición de commodity, y a una posición marginal en el mercado en aquellos casos en los que en los protocolos se establecen periodos restringidos a la exportación, como el tomate y pimiento a EEUU.

A manera de conclusión podemos señalar que la creciente globalización del mercado de importación de la UE, las dificultades de acceso de los productores comunitarios a terceros países, conjunta y paradójicamente con la preferencia nacional y el énfasis en lo local, son los factores básicos que están determinando en mayor medida la situación del mercado de frutas y hortalizas frescas.

Consideramos que el esfuerzo para la apertura de los mercados de países terceros se debe incrementar, mediante dos líneas de actuación por un lado, profundizando en el análisis de los requisitos fitosanitarios exigidos por los países terceros y, por otro lado, reforzando el respaldo político, con el fin de simplificar los requisitos y acortar los plazos de negociación.

REGLAMENTO 1107/2009. DISPONIBILIDAD DE SUSTANCIAS ACTIVAS

José Luís Alonso Prados

Director Técnico

*INIA - Dirección Técnica de Evaluación de Variedades
y Productos Fitosanitarios – (prados@inia.es)*

La Directiva 91/414/CEE relativa a la comercialización de productos fitosanitarios, fue adoptada por el Consejo el 15 de julio de 1991, notificada el 25 de julio del mismo año y traspuesta a nuestro ordenamiento jurídico por el Real Decreto 2163/1994. Esta Directiva supuso un punto de inflexión en la normativa comunitaria sobre autorización y registro de productos fitosanitarios. Con esta Directiva, que fue de aplicación a la totalidad de los productos fitosanitarios comercializados en la Unión Europea, tanto químicos como biológicos, se consiguió disponer por primera vez en la Unión Europea de una lista positiva y única de sustancias activas cuyo empleo debía ser considerado, en principio, inocuo para la salud humana y animal, y para el medio ambiente. Por otra parte, se consiguieron armonizar los principios de evaluación y toma de decisión en la Unión Europea, los conocidos *principios uniformes* (Reglamento 546/2011), de tal manera que todos los Estados Miembros aplican los mismos criterios para evaluar y tomar la decisión en la autorización de productos fitosanitarios. Además con su aplicación se conseguía facilitar el almacenamiento y circulación de productos fitosanitarios destinados a ser utilizados en cualquier Estado Miembro siempre y cuando estuvieran homologados en uno de ellos y se respetasen los requisitos de control exigidos por las autoridades nacionales, este mismo principio se extendía a los vegetales o productos vegetales tratados con los productos homologados.

La adopción de la Directiva 91/414/CEE exigió que la Comisión iniciara, en colaboración con todos los Estados Miembro, un trabajo de evaluación, aplicando los principios uniformes, de todas las sustancias activas comercializadas antes de 1993 (sustancias existentes). Durante un periodo que inicialmente era de 12 años, y que luego se prolongó, la Comisión en colaboración con los Estados Miembros realizó esta evaluación, dividiendo las sustancias en cuatro listas.

De las 959 sustancias existentes en el mercado europeo antes de 1993, e incluidas en el programa de revisión comunitario, 315 fueron aprobadas (33%), 642 (67%) no lo fueron, y dos de ellas no fueron consideradas productos fitosanitarios. De las sustancias no aprobadas, únicamente un 7% de sustancias no se aprobaron después de identificar riesgo para la salud humana, animal o el medio ambiente, el resto porque las empresas no las notificaron/defendieron o porque los expedientes se consideraron incompletos. Un 54% de las

sustancias incluidas en la primera lista de revisión fueron aprobadas, un 23% de la segunda, un 30% de la tercera y un 35% de la cuarta.

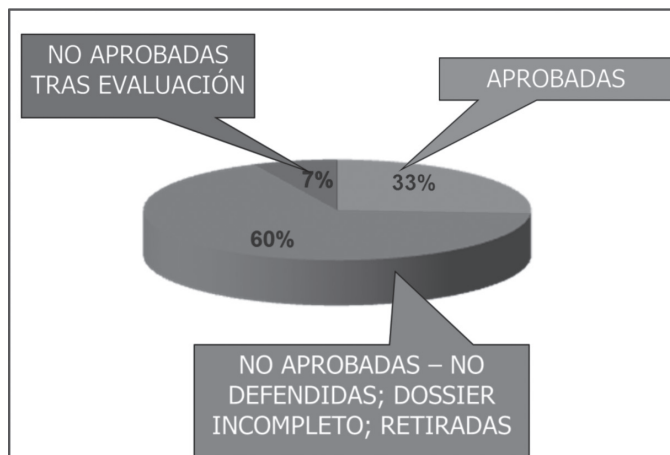


Figura 1: Resultado del proceso de revisión de sustancias activas existentes realizado en el marco de la Directiva 91/414/CEE

El 24 de noviembre de 2009 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea, el Reglamento (CE) Nº 1107/2009 del Parlamento europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios

y por el que se derogaron las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo. Este Reglamento, junto con la Directiva 2009/128/CEE, sobre el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas, y el Reglamento (CE) Nº 396/2005, sobre establecimiento de Límites Máximos de Residuos (LMRs) en alimentos y piensos de origen vegetal y animal, constituyen los tres pilares de la legislación comunitaria aplicable a la comercialización y uso de productos fitosanitarios.

Los considerandos del Reglamento reconocen que la producción agrícola ocupa un lugar importante en la Unión Europea y que el uso de los productos fitosanitarios es una de las formas más importantes de mejorar la producción agrícola y proteger los vegetales y sus productos contra organismos nocivos. Igualmente, se reconoce el efecto que el uso de los productos fitosanitarios puede tener sobre la salud humana, animal y el medio ambiente, así como los riesgos que entraña su uso, en particular si se comercializan sin haber sido ensayados y autorizados oficialmente y si se emplean de manera incorrecta.

El objetivo del Reglamento 1107/2009 es garantizar un alto grado de protección de la salud humana y animal, y del medio ambiente, a la vez que se salvaguarda la competitividad de la agricultura comunitaria.

Para alcanzar este objetivo de protección, el reglamento va más allá que la directiva 91/414/CEE. Además de normas relativas a la evaluación de sustancias activas se establecen normas relativas a la aprobación de, protectores y sinergistas contenidos en los productos fitosanitarios y normas relativas a adyuvantes y coformulantes. Con el Reglamento se han establecido nuevos criterios de aprobación de sustancias activas, incluidos en el artículo 4 y detallados en el Anexo II del Reglamento y aplicables a sinergistas, y protectores.

Éstos son los tan discutidos *criterios de corte* descritos en los puntos 3.6.2 a 3.6.4 y 3.7 del anexo II del Reglamento. Sólo se aprobarán sustancias, protectores y sinergistas que no estén o no vayan a ser clasificados (a menos que la exposición de seres humanos sea insignificante y los residuos sobre los alimentos y piensos no superen los valores establecidos por defecto en el Reglamento (CE) nº 396/2005) como:

- Mutágeno categoría 1 A o 1 B,
- Carcinogénico categoría 1 A o 1 B
- Tóxico para la reproducción de categoría 1 A o 1 B
- Que no tengan propiedades de alteración endocrina

Y,

- Los agentes contaminantes orgánicos persistentes (COP)
- Las sustancias persistentes bioacumulativas y tóxicas (PBT)
- Las sustancias muy persistentes y muy bioacumulativas (mPm B).

Sin embargo, el reglamento reconoce que cuando una sustancia activa sea necesaria para controlar un riesgo grave fitosanitario que no pueda contenerse mediante otros medios, podrá aprobarse dicha sustancia activa por un tiempo limitado que no exceda de los 5 años aunque haya sido clasificada como carcinogénica categoría 1A o 1B sin umbral, o tóxica para la reproducción categoría 1A, o disruptor endocrino, y siempre que se aprueben medidas de mitigación de riesgo adecuadas.

Estos criterios de corte han sido discutidos en profundidad y no se espera que sean muchas las sustancias activas que se vean afectadas. De acuerdo con el Informe sobre el nuevo Reglamento de comercialización de productos fitosanitarios publicado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Febrero de 2009), menos del 10% de las 222 sustancias activas se verán afectadas. Este informe además concluye que la nueva normativa tendrá efectos favorables, tanto para la salud humana y animal como para el medio ambiente y la agricultura; ofreciendo medios de defensa fitosanitaria que permitirán que el control de las plagas de los cultivos y demás vegetales se pueda realizar sin riesgos.

Actualmente el mercado de sustancias activas en la Unión Europea lo constituyen 486 sustancias activas aprobadas de las cuales 11 son sustancias básicas, 311 son sustancias activas existentes, es decir comercializadas en la UE antes de 1993, y 175 son sustancias activas nuevas.

Teniendo en cuenta la función de cada sustancia activa, 144 sustancias aprobadas son fungicidas, 114 herbicidas, 71 insecticidas, 25 con función acaricida/insecticida y 8 con función nematicida. Asimismo, existen 30 sustancias activas aprobadas como reguladores de crecimiento de plantas, 34 sustancias

activas como atrayentes, 7 como rodenticidas, 6 elicitores, 2 bactericidas y 2 molusquicidas.

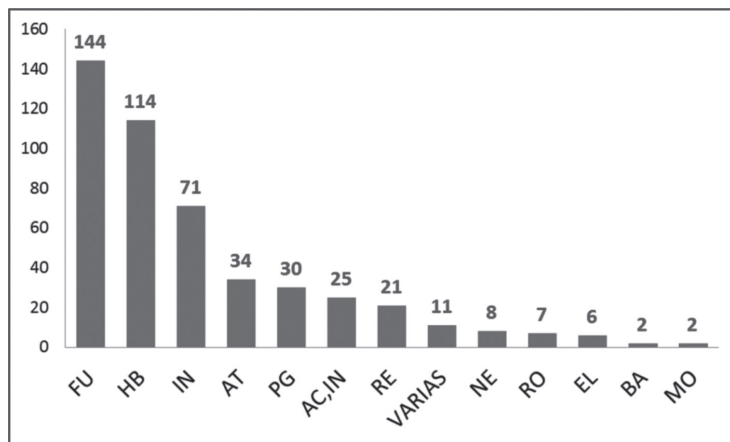


Figura 3: Función de las 475 sustancias aprobadas en la UE (FU:Fungicidas; HB: Herbicida; IN: Insecticida; AT: Atrayente; PG: Regulador de crecimiento; AC: Acaricida; RE: Repelente; NE: Nematicida; RO: Rodenticida; EL: Elicitor; BA: Bactericida; MO: Molusquicida)

El Reglamento clasifica las sustancias activas aprobadas en sustancias de bajo riesgo (Art 22), sustancias básicas (Art 23) y sustancias candidatas de sustitución (Art 24). Para cada una de ellas se establecen excepciones en cuanto a los criterios y periodos de aprobación. Mención especial son las sustancias candidatas a la sustitución ya que los productos fitosanitarios que las contengan serán sometidos, por los EEMM, a una evaluación comparativa de acuerdo a lo establecido en el Artículo 50.

La lista comunitaria únicamente se refiere a las sustancias activas usadas para la fabricación de los productos fitosanitarios y es potestad de los EEMM el proceder a las autorizaciones de los productos fitosanitarios o productos formulados con dichas sustancias. Una autorización nacional de un producto fitosanitario sólo puede concederse cuando la o las sustancias activas que contiene el producto formulado han sido aprobadas en base al Reglamento 1107/2009 y para su autorización deben aplicarse los principios uniformes definidos en el Reglamento 546/2011. Como resultado de la evaluación de la documentación especificada en el Reglamento 284/2013, se debe determinar que se cumplen una serie de condiciones sobre calidad, eficacia, ausencia de fitotoxicidad, seguridad para las personas, animales, medio ambiente... Deben existir métodos analíticos adecuados para determinar la naturaleza y cantidad de la sustancia activa y de las impurezas y otros componentes relevantes desde un punto de vista toxicológico y ecotoxicológico, así como para determinar los residuos derivados de su aplicación. Por último, se deben haber establecido límites máximos de residuos (LMRs) para los productos vegetales y animales contemplados en la autorización.

SUSTANCIAS CANDIDATAS A LA SUSTITUCIÓN, EVALUACIÓN DE RIESGO COMPARATIVA

El 12 de marzo de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la UE el Reglamento (UE) nº 2015/408, que establece una lista de sustancias candidatas a la sustitución, en aplicación del artículo 80, apartado 7, del Reglamento (CE) no 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. La lista incluye 75 sustancias activas que cumplen alguno de los criterios establecidos en el punto 4 del anejo II del Reglamento 1107/2009 que son:

- su IDA (Ingesta Diaria Aceptable), DARf (Dosis Aguda de Referencia) o NEAO (Nivel de Exposición Aceptable para el Operador) son sensiblemente inferiores a los de la mayoría de las sustancias activas aprobadas en los grupos de sustancias o categorías de uso,
- que cumplan dos de los criterios previstos para ser consideradas sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas,
- hay motivos de preocupación relacionados con la naturaleza de los efectos críticos (como los efectos neurotóxicos o inmunotóxicos en el desarrollo) que, combinados con los modelos de uso o exposición, crean situaciones de uso que podrían seguir suscitando preocupación, como en el caso de alto riesgo potencial para las aguas subterráneas, incluso cuando van acompañadas de medidas de gestión del riesgo muy restrictivas (como equipos de protección individual o zonas de seguridad muy amplias),
- contiene una proporción significativa de isómeros inactivos,
- en caso de que la sustancia no haya sido excluida con arreglo a los criterios de corte, está o va a estar clasificada con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento (CE) no. 1272/2008 como:
 - carcinógena de categoría 1A o 1B
 - como tóxica para la reproducción de categoría 1A o 1B
- si, sobre la base de la evaluación de directrices de ensayo acordadas a nivel comunitario o internacional u otros datos e información disponibles, revisados por la Autoridad, se considera que tiene propiedades de alteración endocrina que puedan causar efectos nocivos en los seres humanos, en caso de que la sustancia no haya sido excluida con arreglo a los criterios de corte.

El que una sustancia haya sido clasificada como sustancia candidata a la sustitución no significa que no cumpla los criterios de aprobación del Reglamento, todas las sustancias aprobadas cumplen los requisitos del Reglamento y pueden ser utilizadas a la hora de registrar productos fitosanitarios. Las consecuencias de que una sustancia haya sido clasificada como candidata a la sustitución son que a la hora de registrar un producto fitosanitario que

contengan este tipo de sustancias, los EEMM deberán realizar una evaluación de riesgo comparativa.

Actualmente son 75 las sustancias que han sido clasificadas como candidatas a la sustitución, 36% son fungicidas, 36% herbicidas, 15% insecticidas y 5% nematocidas. La clasificación de estas sustancias, como candidatas a la sustitución, se realizó en base a la evaluación realizada en su día, por lo que en el momento de la renovación de la aprobación de todas estas sustancias existe la posibilidad de reconsiderar su clasificación como candidata a la sustitución, siempre y cuando se aporte documentación que lo permita.

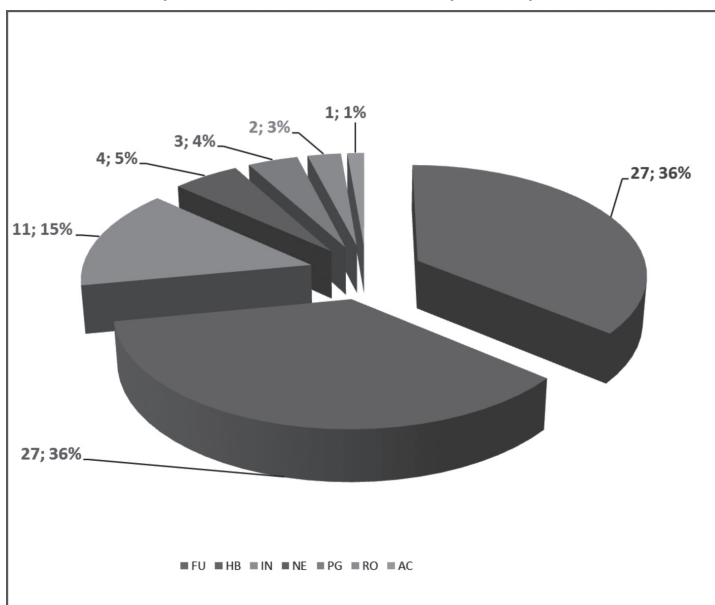


Figura 2: Función de las 75 sustancias candidatas a la sustitución (FU:Fungicidas; HB: Herbicida; IN: Insecticida; NE: Nematocida; PG:Regulador de crecimiento; RO: Rodenticida; AC:Acaricida)

La evaluación comparativa de productos fitosanitarios se basa en el documento guía de la Comisión Europea SANCO/11507/2013 rev. 12. Este documento establece que el objetivo de la evaluación comparativa y la sustitución es la reducción del riesgo mediante una reducción del uso de productos que contienen sustancias candidatas a la sustitución por métodos y productos menos preocupantes, y de esta manera incrementar la protección de la salud humana, animal y el medio ambiente, siempre y cuando se minimicen las desventajas económicas y prácticas para la agricultura. El Reglamento 1107/2009 establece en su artículo 50 que la sustitución se realizará siempre y cuando esta no represente una desventaja práctica o económica significativa.

El documento de orientación SANCO/11507/2013 rev. 12 se basa en el documento EPPO standard PP 1/271 *Guidance on comparative assessment*, este

documento recoge la evaluación comparativa de la eficacia, selectividad y riesgo de aparición de resistencias, practicabilidad de la sustitución, desventajas económicas, medidas alternativas de control y efecto de la sustitución sobre los usos menores. Sin embargo el documento EPPD, no recoge la evaluación comparativa del riesgo para la salud humana, animal y medio ambiente, aspectos que si recoge el documento SANCO/11507/2013.

Además de este documento europeo de orientación la mayoría de los estados miembro ha desarrollado su propio documento de orientación para la realización de la evaluación comparativa en las condiciones nacionales. En el caso de España este documento guía se encuentra disponible en la página web del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y establece los detalles y requisitos para la realización de la evaluación comparativa en España. Especial atención merece en este tipo de evaluación, el riesgo de aparición de resistencias, en este sentido en España se considera que es necesario disponer en el mercado, al menos de 4 modos de acción diferentes para controlar la plaga, enfermedad o mala hierba de que se trate.

Uno de los puntos a tener en cuenta es si la sustitución del producto fitosanitario por otros medios de defensa vegetal disponibles tiene una influencia en la disponibilidad de productos fitosanitarios para proteger a los cultivos menores, con objeto de impedir que se reduzcan aún más los productos fitosanitarios disponibles para los usos menores. La disponibilidad de materias activas a utilizar en cultivos menores está muy limitada, no sólo en España sino en todos los EEMM de la UE, por ello la colaboración entre EEMM a la hora de conceder reconocimientos mutuo de autorizaciones en este tipo de cultivos se hace muy necesaria.

Actualmente ya se han iniciado los programas de revisión para la renovación de aprobación de sustancias activas en la Unión Europea, estos programas de revisión incluyen en distintas fases las 439 sustancias cuya aprobación finaliza entre los años 2008 a 2020 y ya se ha renovado la aprobación de 22 de ellas, 44 sustancias no han sido defendidas por la industria y 373 están en proceso de notificación/evaluación.

El programa de revisión comunitario establecido por la Directiva 91/414/EEC supuso un drástico recorte de la disponibilidad de sustancias activas en el mercado europeo (67%), el programa de revisión para la renovación de aprobación de las sustancias activas supondrá una nueva reducción de disponibilidad, actualmente se han retirado 10% de las sustancias. La reducción del número de sustancias activas debería compensarse con la aprobación de nuevas sustancias activas, especialmente con nuevos modos de acción, pero esto no está ocurriendo. Desde el año 2001 se han aprobado 175 sustancias nuevas, lo que representa un 27% de reposición de las sustancias no aprobadas en el programa de revisión de la Directiva 91/414/CEE. La media anual de aprobación de sustancias activas nuevas es de 10 sustancias nuevas por año,

existiendo una gran variabilidad entre años, siendo los años 2013-2016 los años que más sustancias nuevas se aprobaron (24 de media). Es necesario mencionar que todas estas sustancias nuevas están sujetas al programa de revisión de aprobación.

La legislación comunitaria para la aprobación de sustancias activas y autorización de productos fitosanitarios establece unos niveles de exigencia muy altos con objeto de salvaguardar la salud humana, animal y el medio ambiente, a la vez que se mantiene la competitividad de la agricultura europea. Esto hace que los productos fitosanitarios que se autorizan y se comercializan en los estados miembro hayan pasado una estricta evaluación de riesgo para garantizar que el uso de los mismos, siguiendo las buenas prácticas fitosanitarias, no representa un riesgo para la salud humana, animal ni para el medio ambiente.

El Reglamento 1107/2009 establece disposiciones para promover y potenciar la autorización y uso de productos fitosanitarios de bajo riesgo y mecanismos para garantizar que se vayan sustituyendo aquellos productos fitosanitarios que representan un mayor riesgo para la salud humana, animal o para el medio ambiente, por otras medidas químicas o no químicas que representen menos riesgo, siempre teniendo en cuenta que no se menoscaba la competitividad de la agricultura.

REFERENCIAS:

Directiva 91/414/CEE del Consejo de 15 de Julio de 1991 relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. 19 de Agosto de 1991. DOCE Nº L 230 pp. 1-32

Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios. 18 de noviembre de 1994. BOE num 276 pp. 35452 - 35463

Reglamento (CE) No. 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo. 24 de noviembre de 2009. DOUE L 309 pp 1- 50.

Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. 24 de noviembre de 2009. DOUE L 309. pp 71-86

Reglamento (CE) No 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de febrero de 2005 relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la

Directiva 91/414/CEE del Consejo. 16 de marzo de 2005. DOUE L 70 pp. 1-16

Informe sobre el nuevo Reglamento de comercialización de productos fitosanitarios publicado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Febrero de 2009)

Reglamento (UE) No. 546/2011 de la Comisión de 10 de junio de 2011 por el que se aplica el Reglamento (CE) No. 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los principios uniformes para la evaluación y autorización de los productos fitosanitarios. 11 de junio de 2011. DOUE L 155 pp.127-175.

Reglamento (UE) No. 284/2013 de la Comisión de 1 de marzo de 2013 que establece los requisitos sobre datos aplicables a los productos fitosanitarios, de conformidad con el Reglamento (CE) No. 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. 3 de abril de 2013. DOUE L 93 pp.85-152

Reglamento de Ejecución (UE) 2015/408 de la Comisión de 11 de marzo de 2015 que establece una lista de sustancias candidatas a la sustitución, en aplicación del artículo 80, apartado 7, del Reglamento (CE) No. 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. 12 de marzo de 2015. DOUE L 67 pp. 18-22

Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006. 31 de diciembre de 2008. DOUE L 353 pp. 1- 1355.

EC. (2014). SANCO/11507/2013 rev. 12 10 October 2014. Draft Guidance document on Comparative Assessment and Substitution of Plant Protection Products in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009. (https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_aas_guidance_comparative_assessment_substitution_rev_1107-2009.pdf)

OEPP/EPPO Bulletin (2015) PP 1/271 (2) Guidance on comparative assessment Bulletin 45 (3), 388–39. ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12247.

PONENCIAS COMERCIALES



SILWET®L-77: ÚLTIMA GENERACIÓN EN SUPERMOJANTES

Rafael Pérez Sánchez
ARISTA LIFESCIENCE

SILWET®L-77 es un coadyuvante considerado *súper mojante* perteneciente al grupo de los organosiliconados, desarrollado para incrementar significativamente la cobertura, penetración y capacidad de humectación del caldo de tratamiento de cualquier fitosanitario o nutriente.

SILWET® L-77 está compuesto por una mezcla de tensioactivos no iónicos organosiliconados y actúa disminuyendo la tensión superficial de las soluciones acuosas, en una medida muy superior a los mojantes convencionales. Como resultado, se obtiene un incremento significativo de

- Cobertura
- Penetración
- Capacidad de humectación

de las soluciones de fitosanitarios o nutrientes sobre la superficie de las plantas tratadas, incluso las morfológicamente complejas o con superficies difíciles de mojar, cerosas, pilosas, etc.

Otra gran ventaja de SILWET® L-77 es su capacidad para reducir la deriva.

MODO DE ACCION DE SILWET® L-77

SILWET® L-77 aumenta la eficacia de las aplicaciones de fitosanitarios y nutrientes a través de los siguientes modos de acción:

- Al reducir la tensión superficial de la gota aumentar el esparcimiento de las gotas, se favorece la distribución uniforme y completa sobre la superficie vegetal. Esto es especialmente importante en productos que actúan por contacto, ya que mejora su eficacia.
- Mejora la difusión del caldo de tratamiento y su transporte hasta los puntos donde queremos incidir, como los meristemos apicales.
- Al alterar las relaciones de solubilidad, se acelera la absorción foliar de los fitosanitarios y nutrientes aplicados a través de la cutícula.
- Mejora la adherencia y penetración a través de los estomas, con el consecuente aumento de la resistencia al lavado por lluvias.

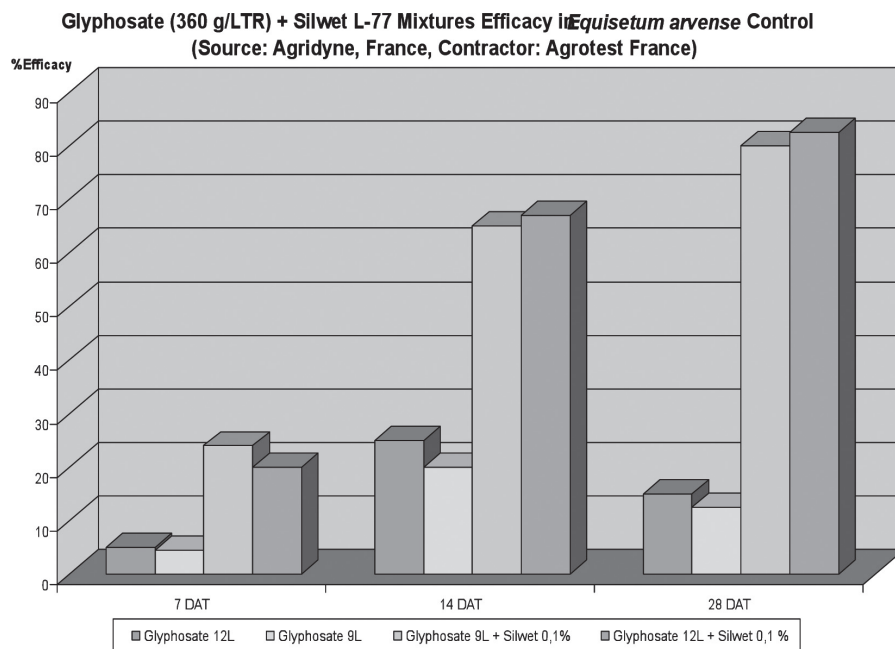


Fig.1.- Ensayo realizado en Francia. 100 l agua + 0,1 l de SILWET® L-77



Fig. 2.- A la izquierda hoja tratada con agua, a la derecha hoja tratada con SILWET® L-77

SILWET® L-77 es compatible con la mayoría de los fitosanitarios y nutrientes foliares. No obstante, debido a que las condiciones locales pueden alterar la solubilidad de las mezclas, es recomendable hacer un test previo.

* La información con respecto al uso y aplicación del producto Silwet L-77 estará sujeta a la autorización e inscripción en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.



Dow AgroSciences

Soluciones para un Mundo en Crecimiento

“DELEGATE®. NUEVO ACTIVO CONTRA PRAYS EN OLIVO”

Insa, J.A.⁽¹⁾; Torne, M.⁽¹⁾; Romero, M.⁽²⁾
Dow AgroSciences Ibérica, S.A. (Madrid⁽¹⁾; Sevilla⁽²⁾)

RESUMEN

DELEGATE, el nuevo insecticida de Dow AgroSciences formulado en base a “spinetoram”, ofrece un buen control de prays del olivo utilizando dosis muy bajas de activo.

Spinetoram fue descubierto gracias a nuevas tecnologías en el campo de la microbiología y la fermentación, la química sintética y la inteligencia artificial y ofrece cualidades toxicológicas y ambientales muy favorables. Estas cualidades únicas de spinetoram y el acercamiento a las nuevas tecnologías utilizadas para descubrirlo fueron reconocidas por la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos (USA) concediendo a spinetoram el “Presidential Green Chemistry Challenge Award” en la categoría de diseño de productos químicos más verdes en 2008.

DELEGATE, utilizado según las indicaciones de etiqueta, presenta un leve impacto sobre insectos auxiliares. Su corta persistencia ambiental reduce al mínimo la exposición a insectos beneficiosos y/o auxiliares ayudando a mantener un mejor equilibrio en el ecosistema agrícola. Estas características y su buena eficacia en el control de insectos plaga lo convierten en una herramienta perfecta para programas de Producción Integrada.

DELEGATE presenta un perfil residual favorable, baja dosis efectiva de uso para el control de prays y buenas características toxicológicas intrínsecas de su materia activa (spinetoram). DELEGATE ayudará a los productores de aceitunas y aceite a ofrecer productos acordes con los estándares, cada vez más exigentes, del consumidor europeo.

Dow AgroSciences, gracias al descubrimiento de los spinosines, ofrece al productor del olivar soluciones eficaces, modernas, respetuosas con el medio ambiente y acordes con las demandas de los consumidores en dos de las principales plagas del olivar: DELEGATE contra prays (*Prays oleae*) y SPINTOR® CEBO contra mosca del olivo (*Bactrocera oleae*)

DELEGATE. Nuevo insecticida para su uso en olivar contra prays, está formulado en base a la materia activa spinetoram, perteneciente a la familia de los spinosines, descubierta y desarrollada por Dow AgroSciences.

La materia activa spinetoram supone un avance significativo en el manejo de plagas respecto a spinosad (primer spinosin descubierto). Esta nueva molécula posee una mayor actividad, mayor persistencia y un mayor espectro de control que SPINTOR™ 480 SC (spinosad), al mismo tiempo que mantiene el perfil toxicológico y medioambiental favorable que hace más de 10 años fue pionero en spinosad.

Spinetoram es un insecticida que proporciona un control muy eficaz de plagas de insectos de varios órdenes. Una extensa evaluación en Europa, EEUU y otras áreas del mundo, han demostrado el excelente perfil de la eficacia de esta nueva molécula contra plagas clave de los cultivos de mayor importancia económica. En España, su desarrollo se inició en 2005, enfocado inicialmente a frutales, olivar y uva de vinificación, y posteriormente a hortícolas y ornamentales. A lo largo de estos años se han realizado numerosos ensayos que han demostrado la consistencia de los resultados y el robusto perfil de esta materia activa en diferentes condiciones y geografías. A continuación presentamos una tabla que resume el rango de dosis necesario para el control de plagas relevantes en cultivos de referencia.

Tabla 1. Dosis de DELEGATE para el control de insectos clave en frutales y olivar

Plaga	Cultivo	Dosis (g ai/ha)
<i>Cacopsila pyri</i>	Peral	87.5-100
<i>Cydia funebrana</i>	Ciruelo	75-100
<i>Cydia pomonella</i>	Frutales pepita	75-100
<i>Drosophilla suzukii</i>	Cerezo	50-75
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Frutales	75-100
<i>Grapholita molesta</i>	Frutales de hueso	75-100
<i>Prays oleae</i>	Olivo	12.5-25

Dow AgroSciences ha desarrollado tres formulaciones de spinetoram para su uso en distintos cultivos: DELEGATE 250 WG (spinetoram 25% WG) para su uso en frutales y olivo, RADIANT®120 SC (spinetoram 12% SC) para su uso en vid de vinificación y EXALT® (spinetoram 2,5% SC) para su uso en hortícolas y ornamentales.

HISTORIA: DESCUBRIMIENTO Y DESARROLLO.

Los productos naturales han sido y siguen siendo una excelente fuente de inspiración para nuevas moléculas insecticidas. A principios de la década de los ochenta, se recogió una muestra de suelo en una destilería de ron aban-

donada en el Caribe, como parte de un programa para la búsqueda de microorganismos del suelo con actividad biológica. A partir de esa muestra, una nueva especie de actinomiceto fue aislado (*Saccharopolyspora spinosa*). Extractos de la fermentación del caldo de *S. spinosa* mostraron actividad por contacto y por ingestión contra rosquillas (*Spodoptera eridana*). Teniendo en cuenta la rareza de productos naturales con actividad por contacto contra lepidópteros, este descubrimiento impulsó nuevos estudios que condujeron a la identificación de una serie de nuevas estructuras macrocíclicas, más tarde llamadas "spinosines" que dieron lugar al desarrollo del insecticida de Dow AgroSciences spinosad, formado por la mezcla de los spinosines A y D (SPIN-TOR™ 480 SC), bien conocido y ampliamente utilizado en estos momentos. Posteriormente se desarrolló una nueva formulación de spinosad para el control de moscas (*Ceratitis capitata*, *Bactrocera oleae*) en diferentes cultivos: SPINTOR® CEBO. Dow AgroSciences recibió, en 1999, el "Presidential Green Chemistry Challenge Award", otorgado por la Agencia de Protección Medio Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) de los EEUU por el descubrimiento y desarrollo de spinosad.

Tras el descubrimiento del spinosad, Dow AgroSciences continuó investigando la posibilidad de desarrollar nuevos insecticidas del grupo de los spinosines. Debido al gran tamaño y complejidad de estos compuestos, diferentes y novedosas técnicas fueron empleadas sin éxito para identificar modificaciones que mejoraran el poder insecticida de los productos de fermentación de *S. spinosa*. Finalmente, la aplicación de una nueva técnica, llamada Red Neuronal Artificial (ANN), permitió seleccionar dos metabolitos (J y L) y aquellas modificaciones que les conferían una mayor potencia para alterar la función nicotínica del sistema nervioso de los insectos. Dichas modificaciones sintéticas confieren a estos metabolitos un mayor efecto de choque, una mayor foto-estabilidad (y por tanto mayor persistencia), una mayor penetración a través de la cutícula de la planta (buena actividad translaminar) y un mayor espectro de acción sobre insectos objetivo. La mezcla de estos dos metabolitos (J y L) en proporciones 3:1 es lo que conocemos como spinetoram.

Spinetoram es intrínsecamente más potente que spinosad. Por ejemplo, los valores LC_{90} para spinetoram contra *Spodoptera exigua*, *Helicoverpa armigera*, *Plutella xylostella* y *Cydia pomonella* en una dieta son todos menores de 0.053 ppm, mientras que los valores LC_{90} para el spinosad van de 0.2 a 0.58 ppm y los de indoxacarb van de 0.08 a 0.67 ppm. Además, también proporciona una mayor persistencia. Cuando se exponen larvas de *Cydia pomonella* a manzanas tratadas en campo, spinetoram a 105 g a.i./ha proporciona por lo menos el 70% de control hasta 14 días después de la aplicación, mientras spinosad obtiene ese nivel de control sólo durante tres días. La potencia insecticida y la mayor persistencia hacen que este nuevo insecticida sea una interesante herramienta para plagas de difícil control. Estas cualidades únicas de spinetoram y el acercamiento a las nuevas tecnologías utilizadas para

descubrirlo fueron reconocidas por la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos (USA) concediendo a spinetoram el "Presidential Green Chemistry Challenge Award" en la categoría de diseño de productos químicos más verdes en 2008.

MODO DE ACCIÓN

Spinetoram se encuentra clasificado según IRAC (Insecticide Resistant Action Comite) en Insecticidas-Grupo 5: "Activadores del receptor alostérico nicotínico de la acetilcolina", compartiendo grupo con spinosad. Spinetoram -también spinosad- actúa alterando la función nicotínica del sistema nervioso de los insectos en un nuevo punto de acción del receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR) diferente al sitio sobre el que actúan otros grupos de insecticidas como los neo-nicotinoides, abamectinas o piretroides. Esta característica de spinetoram "poseer un nuevo y único modo de acción" -compartido con spinosad- reduce considerablemente el riesgo de aparición de resistencias y la falta de resistencia cruzada con ningún otro grupo de insecticidas, sitúa a DELEGATE como producto indispensable para su uso en estrategias anti-resistencia.

Dow AgroSciences recomienda que se sigan los programas de prevención de resistencias conforme a los siguientes criterios: (1) utilizar sólo productos autorizados, (2) no sobrepasar la dosis de etiqueta, (3) alternar productos eficaces para la plaga objetivo con diferente modo de acción y, si se dispone de suficiente información, con diferente mecanismo de resistencia, (4) utilizar productos respetuosos con la fauna auxiliar y (5) realizar los tratamientos asegurando un buen mojado del cultivo.

La aplicación de spinetoram conduce a una sintomatología típica: los insectos experimentan contracciones musculares involuntarias, temblores, parálisis y no se recuperan. Dentro del sistema nervioso provoca excitación mediante la activación de los receptores de acetilcolina de los nervios. Esa excitación extrema conduce a la parálisis a través de la fatiga muscular

TOXICOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE.

Spinetoram presenta un perfil toxicológico y eco-toxicológico favorable: baja toxicidad aguda para mamíferos, aves y lombrices de tierra y no ha habido indicios de mutagenicidad, teratogenia, neurotóxicos ni oncogenia tras los numerosos estudios realizados a largo plazo.

Tabla 2.- Toxicidad aguda en mamíferos

Spinetoram técnico: toxicidad en mamíferos		
Estudio	Animal ó Test	Resultado
LD ₅₀ Oral aguda	Rata	> 5000 mg/kg peso vivo
LC ₅₀ Inhalación aguda	Rata	LC50 > 5,50 mg/L (concentración más alta testada)
LD ₅₀ Dermal aguda	Rata	> 5000 mg/kg peso vivo
Irritación dermal	Conejo	No irritante
Irritación ocular	Conejo	Media. Transitoria: desaparece en menos de 72 horas
Sensibilización dermal	Ratón	Moderadamente sensibilizador

Tabla 3.- Toxicidad crónica en mamíferos

Spinetoram técnico: toxicidad en mamíferos		
Estudio	Animal ó Test	Resultado
Ensayo alimentación (dieta -4 semanas-)	Rata	NOEL = 48 mg/kg/día
Ensayo alimentación (dieta -13 semanas-)	Rata	NOEL = 34,7 mg/kg/día (machos) NOEL = 10,1 mg/kg/día (hembras)
Ensayo exposición dermal (4 semanas)	Rata	NOEL = 1000 mg/kg/día (dosis más alta testada)
Toxicidad en el desarrollo	Rata	Reducción ingesta materna y disminución de ganancia de peso a la dosis más alta testada (300 mg/kg/día). Sin efectos en el desarrollo fetal.
Genotoxicidad	Test de Ames	Negativo
	Aberración cromosómica	Negativo
	Ensayos de micronúcleos en ratones (in vivo)	Negativo

Neurotoxicidad aguda Rata	Sin efectos observados a la dosis más alta testada (NOEL > 2000 mg/Kg)
---------------------------	--

Spinetoram es tóxico para organismos acuáticos como *Daphnia magna* y *Chironomus riparius*; pero no se esperan efectos negativos en estas especies en base a los niveles reales de exposición y medidas de mitigación propuestas para su uso.

Tabla 4.- Ecotoxicología

Toxicidad de Spinetoram para organismos no "diana"	
Aves: toxicidad aguda	LD ₅₀ > 2250 mg/kg peso vivo (ánade real y codorniz)
Aves: toxicidad en dieta	LD ₅₀ > 5620 mg/kg en dieta (ánade real y codorniz)
Aves: efectos en reproducción	NOEC = 1000 mg/kg en dieta (ánade real y codorniz)
Peces: toxicidad agua	Trucha arco iris LC ₅₀ > 3,46 mg/L (concentración más alta testada)
	Pez sol LC ₅₀ = 2,69 mg/L (concentración más alta testada)
Peces: toxicidad crónica	Trucha arcoiris NOEC = 0,182 mg/L
Invertebrados: toxicidad aguda	<i>Daphnia magna</i> LC ₅₀ > 3,17 mg/L
	Moluscos LC ₅₀ = 0,393 mg/L
	Lombriz de tierra LC50 > 1000 mg/kg de suelo
Invertebrados: toxicidad crónica	<i>Daphnia magna</i> NOEC = 0,0624 µg/L
	<i>Chironomus riparius</i> NOEC = 0,375 µg/L
	Lombriz de tierra NOEC = 18,65 mg/kg de suelo (efectos en reproducción)
Plantas acuáticas: toxicidad aguda	<i>Lemna gibba</i> (lenteja de agua) EC ₅₀ > 14,2 mg/L (concentración más alta testada)

Los componentes de spinetoram, spinosin L y spinosin J, se degradan rápidamente en el ambiente minimizando su posible impacto en organismo

“no diana” . La vida media en el suelo en condiciones de campo es de 4 días para el spinosin J y 2 días para el spinosin L, siendo la fotólisis en agua aún más rápida con una vida media para el spinosin J de 0,5 días y de 0,3 días para el spinosin L. Además, spinetoram es fuertemente adsorbido al suelo ($K_d=12-483$) y la materia orgánica ($K_{oc}=1800-43873$). Debido a esta fuerte adsorción al suelo, su corta persistencia ambiental y su baja solubilidad en agua, el riesgo de contaminación de aguas subterráneas con spinetoram es mínimo.

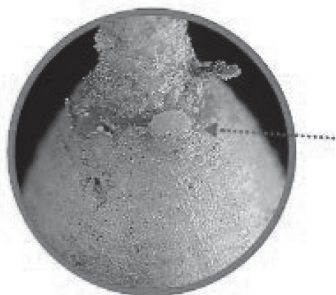
Fauna auxiliar.

Spinetoram presenta baja toxicidad para insectos depredadores como antocóridos, coccinélidos, crisópidos y nápidos, pero muestra toxicidad intrínseca para algunas especies de enemigos naturales en bioensayos de laboratorio como himenópteros parasitoides o ácaros depredadores. Sin embargo, esa toxicidad se ve muy reducida en campo, y especialmente a las dosis de uso en olivar. Según la experiencia adquirida tras su uso comercial en numerosos cultivos y países, podemos afirmar que presenta un leve impacto sobre la fauna auxiliar y una corta persistencia ambiental reduciendo al mínimo la exposición de insectos beneficiosos y/o auxiliares ayudando a mantener un mejor equilibrio en el ecosistema agrícola. En condiciones de campo, los posibles efectos sobre fauna auxiliar provocados por la aplicación de spinetoram son leves y transitorios y no se han documentado consecuencias o la aparición de plagas secundarias cuando ha sido utilizado siguiendo las recomendaciones de etiqueta.

Spinetoram es tóxico para las abejas si éstas entran en contacto directo con el producto o consumen residuos frescos. Sin embargo, residuos secos de tres horas o más son prácticamente no tóxicos para las abejas y no tienen ningún efecto sobre el comportamiento de las mismas.

DELEGATE: OLIVO

El prays del olivo (*Prays oleae*) es un micro-lepidóptero ampliamente difundido por el área mediterránea. Esta plaga está perfectamente adaptada al ciclo del olivar pudiendo atacar las hojas, flores y frutos del olivo dependiendo de la época del año en que nos encontremos. Las generaciones de la plaga que potencialmente pueden provocar mayores disminuciones de cosecha son, por



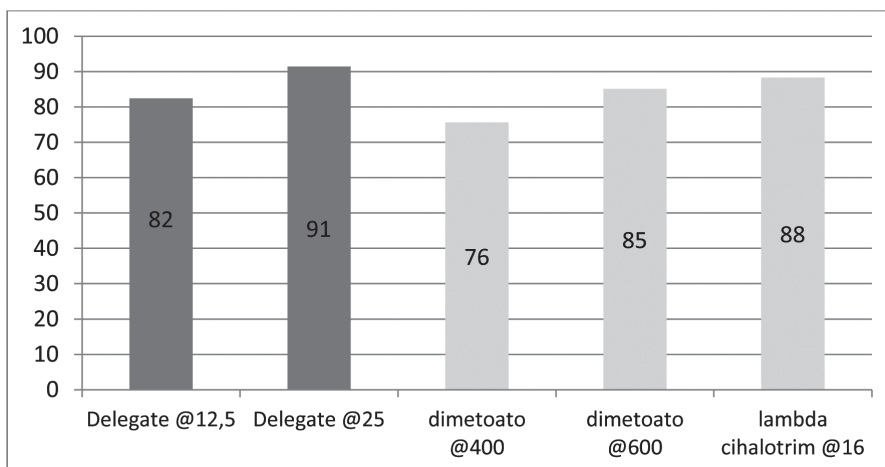
Generación carpófaga (huevo)



Generación carpófaga (larva)

este orden, la generación carpófaga (que ataca los frutos) y la antófaga (atacando flores). Los ataques se suelen producir entre abril-mayo en caso de la generación antófaga y entre mayo-junio en el caso de la generación carpófaga. Su incidencia en la producción varía según campañas; pero sus ataques pueden producir pérdidas considerables de cosecha siendo esta plaga la que absorbe un mayor gasto de insecticidas en el olivar andaluz.

DELEGATE, nuevo insecticida de Dow AgroSciences formulado en base a "spinetoram" ofrece un buen control de prays del olivo utilizando muy bajas dosis de activo. Las dosis efectivas de producto para control de prays están entre 50-100 g/ha de producto formulado.



España: Media 2 ensayos, 2009 Control 8 DDA Daño medio en testigos: 28,75%;
Volumen: 800 l/ha

ES09A5B024SC01-02.: Lora de Estepa, Estepa (Gen. Antófaga)

DELEGATE tiene una potente actividad insecticida por ingestión y contacto lo que se traduce en un rápido efecto de choque, característica fundamental para evitar la rápida penetración de las larvas de prays en los frutos durante la generación carpófaga.

DELEGATE presenta buena actividad translaminar y persistencia, ayudando a mejorar la protección de los órganos atacados por la plaga (flores y frutos).

Grafico 1.- DELEGATE. (%) Control de daños de prays (Dosis en g ai/ha)

Dow AgroSciences recomienda aplicar DELEGATE al inicio de eclosiones en cada generación a controlar, realizando un buen mojado de las partes a proteger con el fin de obtener unos óptimos resultados con el producto. La calidad de la aplicación es fundamental en los tratamientos contra prays del olivo, la eficacia suele aumentar conforme más y mejor se mojen los órganos a proteger (frutos en la generación carpófaga).

Aunque la incidencia de la fauna auxiliar no parece ser suficiente para evitar un posible tratamiento contra prays; si se ha documentado la actividad de *Chrysoperla carnea* como depredador de huevos y la de *Diadegma semiclausum* por su parasitismo de larvas. DELEGATE a las dosis de uso en olivar 50-100 g/ha de producto formulado presenta un bajo impacto sobre estas especies de fauna auxiliar, clasificándose como "inocuo" (Clase 1: < 25% de reducción) siguiendo las indicaciones de la OILB (Organización Internacional para la Lucha Biológica).

Tabla 5.- DELEGATE: Compatibilidad con la fauna auxiliar en olivar

Grupo	Artrópodo beneficioso	Clasificación OILB	Nº ensayos Dow AgroS.	Nº ensayos Fuente Externa	Obser. (días)
Acaros	<i>A. californicus</i>	1		1	
	<i>Typhlodromus pyri</i>	2	4		< 15
	<i>Typhlodromus pyri</i>	1-2	3		15-30
	<i>Zetzellia sp.</i>	1		2	
Coccinélidos	<i>Coccinellidae</i>	1	1		< 15
Himenópteros parasitoides	<i>Diadegma semiclausum</i>	1	2 Lab		6-15
Neurópteros	<i>Chrysoperla carnea</i>	1-2	2 (1 Lab)		< 5

Clasificación OILB: Inocuo (1: < 25% reducción); Ligeramente dañino (2: 25-50% reducción).

Dosis: DELEGATE a 50-100 g/ha (12,5-25 g ai/ha)

DELEGATE, a las dosis de uso en olivar, también se muestra respetuoso con ácaros depredadores como pueden ser *Ambliseius californicus*, *Typhlodromus spp.* y *Zetzellia spp.*. Estos ácaros depredadores pueden tener un papel crítico en el control de eriófidos. Los eriófidos pueden producir deformaciones de hojas y aborto de yemas con el consiguiente retraso del desarrollo en plantas de vivero y árboles jóvenes. En el caso de árboles en producción provocan deformaciones de frutos, siendo el problema relevante en aceituna de verdeo. Es conocido que para evitar posibles ataques de estos ácaros se debe de intentar mantener equilibrado el ecosistema agrícola del olivar. Los piretroides utilizados contra otras plagas del olivo pueden potenciar las poblaciones de eriófidos; DELEGATE aventaja claramente en este aspecto a los mencionados productos.



Hay muchos condicionantes que deben ser considerados a la hora de definir la mejor estrategia de control de plagas dentro de un programa de control integrado incluyendo: la eficacia contra las plagas objetivo, la seguridad para los aplicadores, los residuos en la cosecha, los efectos sobre los artrópodos beneficiosos, la persistencia medioambiental y el modo de acción (manejo de la resistencia). DELEGATE ofrece respuestas positivas a cada uno de estos condicionantes, siendo una solución adecuada para el control de prays del olivo en nuestros campos.

Spinetoram, fue incluido en el Anejo I de productos fitosanitarios de la UE en julio de 2014. Francia, el país evaluador zonal de los productos en base a spinetoram para la zona Sur de la Unión Europea, ha finalizado su evaluación y concedido las autorizaciones nacionales de uso para los formulados RA-

DIANT® 120 SC y DELEGATE 250 WG en noviembre de 2016. Esperamos que el formulado DELEGATE 250 WG esté autorizado para su uso en España durante 2017.

Dow AgroSciences, gracias al descubrimiento de la familia química de los spinosinas, puede ofrecer al productor del olivar soluciones eficaces, modernas, respetuosas con el medio ambiente y acordes con las demandas de los consumidores en dos de las principales plagas del olivar: DELEGATE contra prays (*Prays oleae*) y SPINTOR® CEBO contra mosca del olivo (*Bactrocera oleae*).

® Marca de The Dow Chemical Company ("Dow") o de una compañía filial de Dow

IMIDAN: UNA HERRAMIENTA IMPRESCINDIBLE PARA EL AGRICULTOR.

Manuel Martín-Andrés

Gowan Española Fitosanitarios, S.L.

IMIDAN 50 WG, 50 WP y 20 LE son tres formulados a base de Fosmet, un insecticida de amplio espectro que actúa por contacto e ingestión. Su eficacia en las plagas clave de los cítricos, el olivar y frutales está ampliamente contrastada por numerosos ensayos, estudios y el uso comercial. Además, este insecticida está autorizado en varias normas de Producción Integrada gracias a su favorable perfil toxicológico. En el presente artículo, presentaremos las características generales del Fosmet y el nuevo desarrollo para la aplicación Fosmet en parcheo en cítricos para el control de *Ceratitis capitata* y en olivo para el control de *Bactrocera oleae*.

En la década de los 90, GOWAN, una empresa familiar con base en Yuma (Arizona), adquiere los derechos del Fosmet, en un primer momento para USA y consecutivamente para el resto del mundo.

Posteriormente y fruto del desarrollo desde su adquisición, GOWAN cuenta con tres formulaciones que se adecúan a las formas más comunes de aplicación y que proporcionan al agricultor una herramienta muy polivalente para el control de las principales plagas en los principales cultivos.

Como resultado del continuo estudio podemos resumir las principales características:

- El Fosmet tiene como modo de acción la inhibición de la acetilcolinesterasa (1B clasificación IRAC).
- Un producto de gran efecto por contacto e ingestión que posee un amplio espectro de acción contra Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Himenóptera y Homóptera: Controla orugas, especialmente barrenadores y enrolladoras de hoja, moscas de la fruta (*Ceratitis*, *Bactrocera*, *Rhagoletis*, *Drosophila*), la mayoría de especies de escarabajos y cochinillas, entre otros, taladros de las palmeras y gusano cabezudo de los frutales de hueso.
- Un producto con un buen perfil toxicológico y con bajos efectos sobre la fauna auxiliar (Tabla 1).
- Un producto con buen perfil medioambiental, su vida media a pH altos es baja lo que hace del Fosmet un producto muy poco persistente en el agua y suelo (Tabla 1), evitando así su acumulación. Cabe destacar, que Fosmet

se degrada unas 50 veces más rápido en el suelo que algunos *neonicotinoides* e incluso llega a degradarse hasta 100 veces más rápido en agua que algunos *piretroides*.

- Actualmente, existen tres formulaciones que se adaptan a todo tipo de aplicaciones: IMIDAN LE (FOSMET 20 % p/v EC), IMIDAN WP (FOSMET50% p/p WP) e IMIDAN 50 WG (FOSMET 50 % p/p WG).
- Fosmet tan solo tiene restricciones en mezclas con productos alcalinos.

Tabla 1.- Efectos del Fosmet Sobre la Fauna Auxiliar

GRUPO	ESPECIES	TOXICIDAD
Fitoseidos	<i>Typhlodromus,</i> <i>Metaseiulus, Amblyseius,</i> <i>Agistermus,</i>	Nula o baja toxicidad
Mariquitas	<i>Stethorus punctum</i>	Baja toxicidad
Crisopas	<i>Chrysopa,</i> <i>Chrysoperla rufilabris</i>	Baja toxicidad
Antocóridos	<i>Antocoridos</i> (<i>incluido orius</i>)	Baja toxicidad
Moscas beneficiosas	<i>Aphidoletes sp.</i>	Baja toxicidad
Avispas parasitoides/ Abejas	<i>Hymenoptera</i>	Toxicidad mitigable

Fuente: Gowan Crop Protection Ltd.

Consideraciones prácticas en la pulverización de Fosmet:

- Las dosis de aplicación se encuentran entre 2,5 y 3,75 l/ha en el caso del IMIDAN LE y entre 1 y 1,5 kg /ha IMIDAN 50 WG/WP, para un volumen de aplicación de 1000 l/ha salvo en cítricos que se puede incrementar a 2000 l/ha.
- En general, las dosis altas de aplicación aportan un mayor persistencia
- El pH de la mezcla se debe ajustar entre 4 y 6 previo a la aplicación.
- Es importante tener en cuenta que la eficacia de Fosmet se ve afectada con productos alcalinos, lo que hace incompatible su mezcla con estos.
- La aplicación conjunta con aceites y/o surfactantes mejoran la eficacia de las aplicaciones.

- Los niveles detectables de Fosmet no superaron en ningún caso los Límites Máximo de Residuos (LMR) una vez transcurridos entre 5 y 7 días desde la aplicación.
- Fosmet debe de utilizarse en programas de rotación de ingredientes activos de distinto modo de acción para evitar la aparición de resistencias.

FOSMET PARA EL CONTROL DE *CERATITIS CAPITATA* EN CÍTRICOS

La conocida Mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*), es un díptero ampliamente extendido por la zona mediterránea, pasa los periodos fríos en forma de larva o pupa en el suelo, llega a alcanzar entre 7-8 generaciones anuales y afecta a numerosos cultivos con la puesta de los huevos en los frutos con maduración receptiva, entre los cultivos afectados cabe destacar por su importancia económica los cítricos y frutales de hueso.

La alta presencia de esta plaga en determinados periodos, crea una situación grave dada la gran cantidad de huevos que puede depositar una sola hembra fecundada (300-1000) y su dispersión a varios km de distancia. Por lo tanto, es importante controlar la plaga en los momentos de alta presencia con la finalidad de reducir las mermas de cosecha y reducir la población para la siguiente campaña o siguiente cultivo susceptible.

Dentro de cualquier estrategia de control de la mosca en cítricos, Fosmet se puede aplicar una vez durante la campaña, siguiendo las consideraciones prácticas anteriormente mencionadas y una dosis de aplicación de 1 kg/ha en el caso de los formulados de IMIDAN WP, 50 WG y de 2.5 l/ha para IMIDAN LE y un plazo de seguridad para este uso de 14 días. No hay que olvidar que para comenzar cualquier estrategia, el fruto debe alcanzar el grado de color/maduración que le haga susceptible a la mosca y en las trampas de monitoreo se contabilizar al menos 0.5 moscas por trampa y día.

Eficacia de las aplicaciones en pulverización de Fosmet contra la mosca

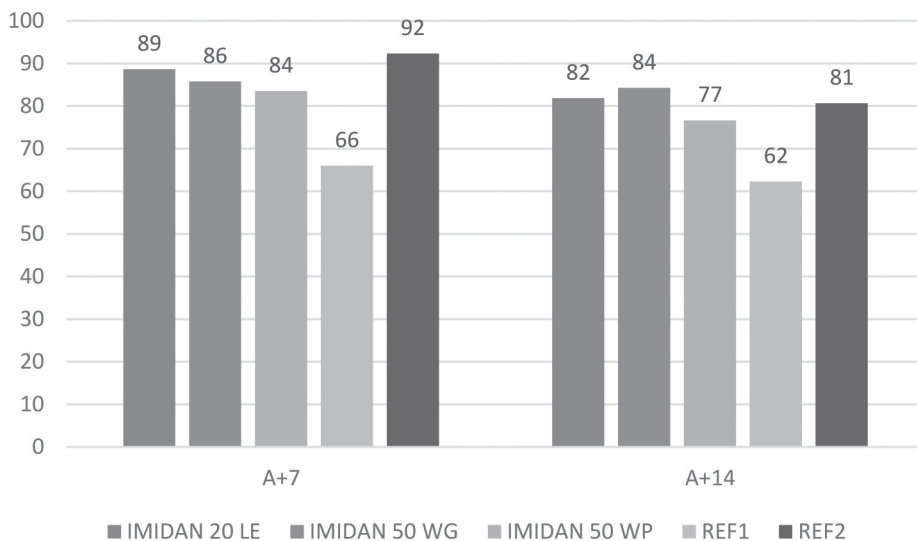
Durante los años 2009 y 2013, se realizaron 25 ensayos sobre naranjo y mandarino en España e Italia. Los ensayos consistieron en la evaluación por separado de los tres formulados de IMIDAN en comparación con dos productos de referencia distintos (REF1 y REF2).

Se testaron las dosis de registro anteriormente mencionadas, 1 kg/ha en el caso de los formulados sólidos (WG/WP) y de 2.5 l/ha en el caso del formulado líquido (EC).

El momento de aplicación, coincidió con el punto de mayor susceptibilidad de la fruta. Previo a la aplicación, se realizó una exploración de campo de ensayo para eliminar los posibles frutos afectados por la plaga.

Las evaluaciones de eficacia se efectuaron a 7 y 14 días después de cada aplicación y se determinó el porcentaje de daño en fruta, tanto en árbol como en suelo. Estos datos sirvieron para calcular los correspondientes porcentajes de control.

De los ensayos se extrae que el porcentaje de ataque en el testigo fue elevado, superando el 10% de frutos afectados y en casos extremos cercano al 50%. El nivel de población de mosca fue superior a 0.5 moscas por trampa y día, superando en algunos casos las 30 moscas.



Gráfica 1.- Porcentaje de Eficacia de los Tratamientos en Comparación con el Testigo (0%). Datos medios de 14 ensayos realizados entre 2012 y 2015.

Se puede concluir que IMIDAN ofreció un control superior al 80 % 7 días después de la aplicación y superior al 75% 14 días después de la aplicación (Gráfico 1). Asimismo, no se pusieron de manifiesto diferencias de control entre los distintos formulados de IMIDAN y el REF2 o entre los diferentes cultivos testados (mandarina, clementina y naranja). Finalmente, pensamos que una persistencia de entre 7-14 días lo hace adecuado para formar parte dentro de distintos programas de tratamiento junto con otras materias activas y/o formas de control. En definitiva, IMIDAN es una buena herramienta para el agricultor en el manejo de *Ceratitis capitata* y sus resistencias.

FOSMET PARA EL CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS EN OLIVO

Salvo situaciones puntuales de plantaciones en formación o de incidencia de una plaga concreta en alguna parcela específica, podríamos considerar el prays (*Prays oleae*) y la mosca (*Bactrocera oleae*) como las dos plagas de actuación más generalizada en el olivar español y, que pueden ocasionar serios daños y pérdidas económicas.

Por una parte, el prays o polilla del olivo es un lepidóptero que tiene 3 generaciones y cada una de ella se desarrolla en órganos diferentes de la planta:

- La generación antófaga, se detecta con facilidad en las flores y su control con productos de contacto tienen buena respuesta. Es importante destacar, que un control en esta generación puede contribuir a la reducción de la presión de la plaga en posteriores generaciones.
- La generación carpófaga, donde las larvas se desarrollan dentro de los frutos y hasta mediados de septiembre no salen de la aceituna para convertirse en crisálida, hecho que puede provocar una caída muy importante de los frutos, lo que se puede traducir en grandes pérdidas. Por lo tanto, el control de los adultos reduce sustancialmente las mermas de cosecha.
- La generación filófaga, se desarrolla en las hojas generalmente entre octubre y noviembre. Las larvas pasan el invierno en las hojas, sin embargo, esta generación no suele provocar grandes daños aunque su control ayuda a mantener la presión de plaga baja para la siguiente generación.

Por otra parte, la otra plaga generalizada es la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), un díptero ampliamente extendido por la zona mediterránea. Esta mosca puede llegar a tener entre 3-5 generaciones por año y se desarrolla mejor con temperaturas suaves por lo que sus mayores ataques se producen en otoño. Similar a la *C. capitata* y al *Prays* una alta presencia de esta plaga conlleva mermas de cosecha importantes en el olivar haciendo necesario en muchos casos un control de la población de mosca del olivo.

Por lo tanto, dentro de cualquier estrategia de control de cada una de estas dos plagas, Fosmet se puede aplicar hasta dos veces a un intervalo mínimo de 10 días por campaña y una dosis de aplicación de 1,5 kg/ha en el caso de los formulados de IMIDAN WP, 50 WG y de 3,75 l/ha para IMIDAN LE. El plazo de seguridad para estos usos es de 21 días.

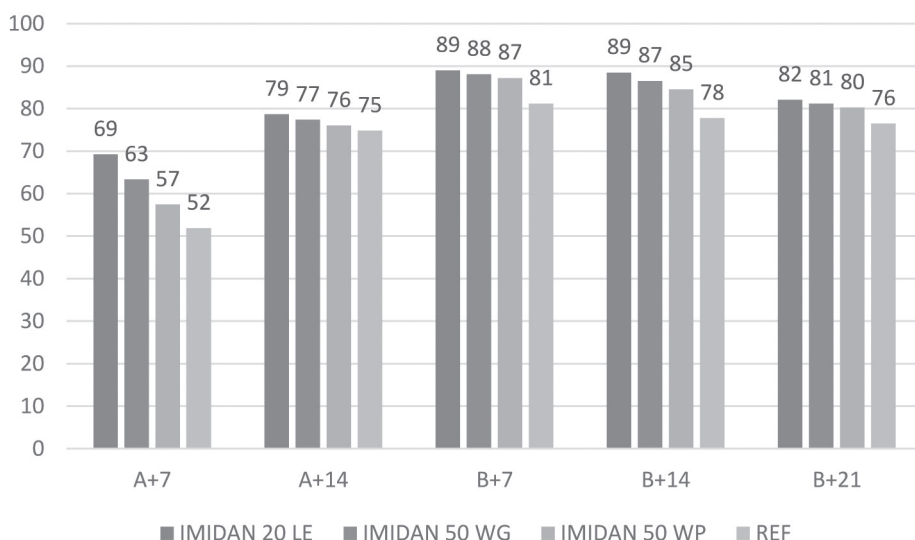
Eficacia de las aplicaciones en pulverización de Fosmet contra *Prays oleae* en olivo.

Durante los años 2008 y 2013, se realizaron 8 ensayos sobre olivo en España. Los ensayos consistieron en la evaluación por separado de los tres formulados de IMIDAN en comparación con un producto referencia (REF). Se realizaron

dos aplicaciones que coincidieron con el final de floración y con el inicio del desarrollo del fruto (a las dosis de registro anteriormente mencionadas, 1,5 kg/ha en el caso de los formulados sólidos (WG/WP) y de 3,75 l/ha en el caso del formulado líquido (EC).

Las evaluaciones de eficacia se efectuaron a 7, 14 días después de la aplicación A y a 7, 14, 21 días después de la aplicación B en las que se determinó el porcentaje de frutos que presentaban larvas vivas. Estos datos sirvieron para calcular los correspondientes porcentajes de control.

De los ensayos se extrae que el porcentaje de ataque en el testigo fue elevado, superando el 10% de frutos afectados y en casos extremos cercano al 20%.



Gráfica 2.- Porcentaje de Eficacia de los Tratamientos en Comparación con el Testigo (Control 0%). Datos medios de 8 ensayos realizados entre 2008 y 2013.

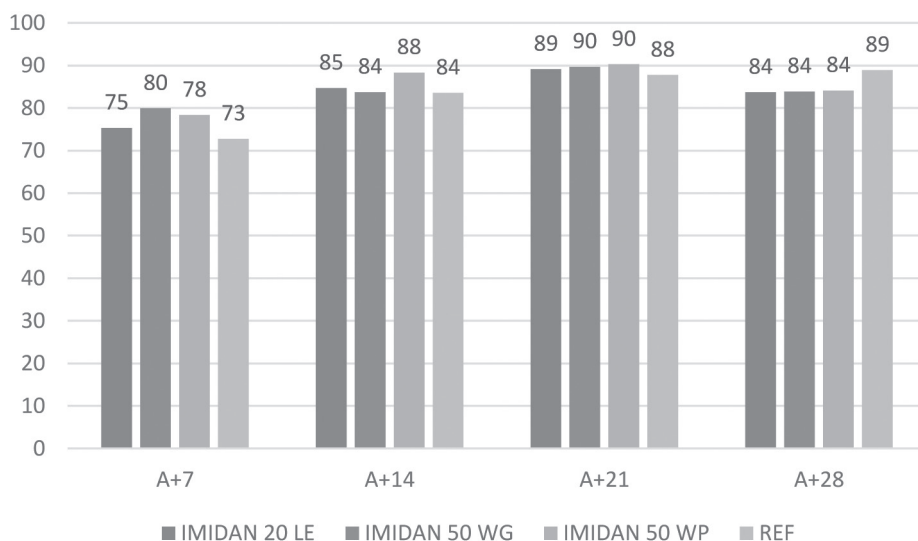
Se puede concluir que IMIDAN ofreció un control superior al 75 % 14 días después de la aplicación A y superior al 85 % 7 y 14 días después de la aplicación B (Gráfico 2). Asimismo, no se pusieron de manifiesto diferencias de control entre los distintos formulados de IMIDAN y el REF.

Eficacia de las aplicaciones en pulverización de Fosmet contra la mosca del olivo.

Durante los años 2010 y 2015, se realizaron 11 ensayos sobre olivo en España. Los ensayos consistieron en la evaluación por separado de los tres formulados de IMIDAN en comparación con un producto referencia (REF). Se

realizó una aplicación a las dosis de registro anteriormente mencionadas, 1,5 kg/ha en el caso de los formulados sólidos (WG/WP) y de 3,75 l/ha en el caso del formulado líquido (EC). Las evaluaciones de eficacia se efectuaron a 7, 14 días después de la aplicación y se determinó el porcentaje de frutos que presentaban larvas vivas. Estos datos sirvieron para calcular los correspondientes porcentajes de control.

De los ensayos se extrae que el porcentaje de ataque en el testigo fue elevado, superando el 10% de frutos afectados y en casos extremos cercano al 25%.



Gráfica 3.- Porcentaje de Eficacia de los Tratamientos en Comparación con el Testigo (Control 0%). Datos medios de 11 ensayos realizados entre 2008 y 2013.

Se puede concluir que IMIDAN ofreció un control superior al 75 % 7 días después de la aplicación y superior al 70% 14 días después de la aplicación (Gráfico 3). Asimismo, no se pusieron de manifiesto diferencias de control entre los distintos formulados de IMIDAN y el REF. Finalmente, pensamos que una persistencia de entre 7-14 días lo hace adecuado para formar parte dentro de distintos programas de tratamiento junto con otras materias activas y/o formas de control.

DESARROLLO DE FOSMET EN APLICACIÓN POR PARCHEO PARA EL CONTROL DE *CERATITIS CAPITATA* EN CÍTRICOS Y *BACTROCERA OLEAE* EN OLIVO.

Como se ha mencionado anteriormente, Fosmet controla por ingestión. Por lo tanto, se pensó en la posibilidad de una aplicación a bajo volumen y en mezcla junto a un cebo atrayente de dípteros en el momento de la aplicación. La formulación escogida para el desarrollo fue el IMIDAN LE (Fosmet 20% p/v EC) puesto que permite una buena facilidad de manejo y dosificación.

Desde el comienzo en 2011 con la fase de desarrollo, se han realizado en España e Italia más de 25 ensayos sobre cítricos y olivo, optimizando el modo y dosis de producto en la aplicación.

Materiales y métodos

El diseño experimental de los ensayos ha consistido en parcelas grandes de entre 40 y 90 árboles, monitoreados con trampas de forma independiente que permitiese establecer el índice y gradiente de dispersión de la mosca. A su vez, se han incluido como comparativa una parcela sin tratar y otra tratada con un producto de referencia aplicado también en parcheo (REFc).

Un total de 2 aplicaciones se han realizado en el momento de mayor susceptibilidad del fruto usando una boquilla de tamaño adecuado para crear un chorro fino de baja presión y un volumen de caldo entre 25 y 40 l/ha (en función del desarrollo del cultivo). Durante el desarrollo, se han adicionado diferentes atrayentes presentes en el mercado que se han dosificado acorde a su etiqueta (normalmente entre un 1 y un 2%). El pH de la mezcla resultante (Fosmet+Atrayente) se ha ajustado a 5,5.

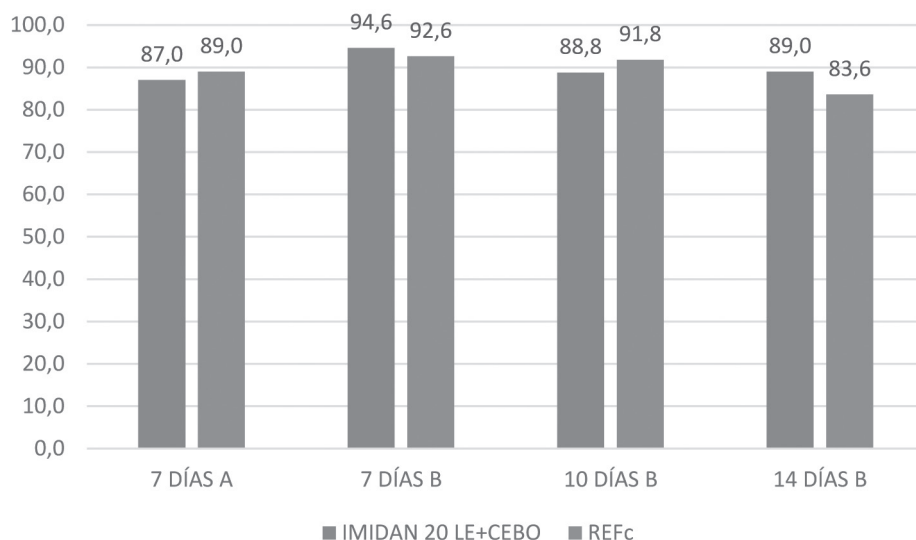
Las evaluaciones de eficacia se efectuaron a 7 días después de la aplicación A y a 7, 10 y 14 días después de la aplicación B con la finalidad de estudiar la persistencia de la aplicación. Previo a la primera aplicación (A), se realizó una exploración del campo experimental de cítricos eliminando los frutos afectados por la plaga.

En cada evaluación se determinó el porcentaje de daño en fruta, tanto en árbol como en suelo, así como de larvas vivas, y estos datos han servido para calcular los correspondientes porcentajes de control.

Resultados del desarrollo de la aplicación por parcheo en Cítricos

El porcentaje de ataque en el testigo fue moderadamente elevado, superando el 10% de frutos afectados y en casos extremos cercano al 30%. El nivel de población de mosca fue superior a 0.5 moscas por trampa y día, superando en algunos casos las 25 moscas.

Del estudio, se extrae que la dosis de producto a emplear es de 0.937 L/ha de IMIDAN 20 LE (188 g i.a./ha). De esta manera, se logra una considerable reducción de la cantidad de Fosmet usado sin comprometer un control excepcional de la mosca. El pH se debe revisar atentamente puesto que algunos atrayentes pueden incrementarlo. Además, el intervalo óptimo entre aplicaciones es de 7 días y no hay diferencias significativas entre el uso de distintos atrayentes.



Gráfica 4.- Porcentaje de Eficacia de los Tratamientos en Comparación con el Testigo (Control 0%). Datos medios de 6 ensayos realizados entre 2011 y 2015.

Finalmente, IMIDAN 20 ofreció un control (Gráfica 4) superior al 85 % 7 días después de la aplicación A y superior al 95 % 7 días después de la segunda aplicación (B). Asimismo, la aplicación de IMIDAN junto a un atrayente brinda una persistencia de entre 7-14 días después de la segunda aplicación (B).

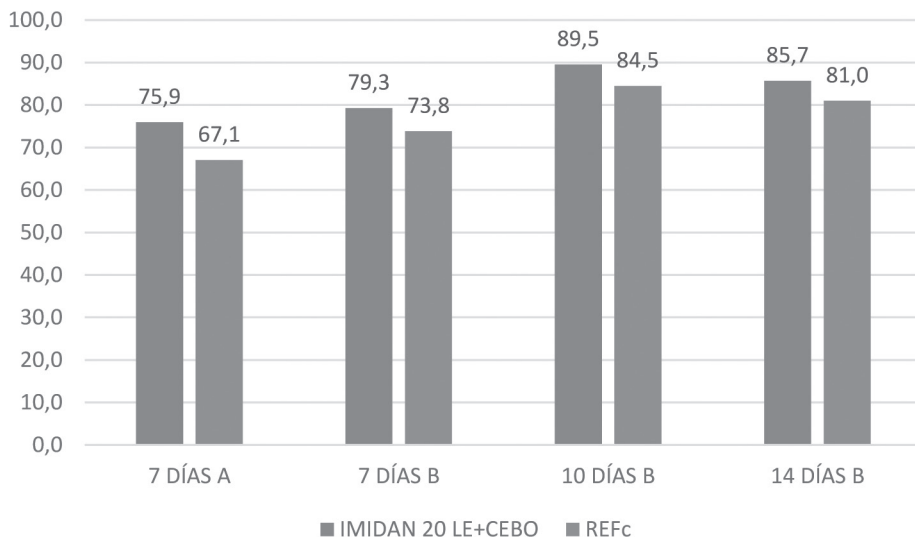
Tampoco se encontraron diferencias de control entre IMIDAN LE y el REFc, entre los diferentes cultivos testados (mandarino, clementino y naranjo), ni tampoco diferencias derivadas del uso de distintos atrayentes. Finalmente, los residuos no se ven incrementados por el uso de las aplicaciones en mezcla con un atrayente. De hecho, los valores se encuentran muy por debajo del Límite Máximo de Residuos entre los 3 y 7 días de la aplicación.

Resultados del desarrollo de la aplicación por parcheo en Olivo

El porcentaje de ataque en el testigo fue moderadamente elevado, superando el 10% de frutos afectados y en casos extremos cercano al 21%. El nivel de

población de mosca fue superior a 1 mosca por trampa y día, superando en algunos casos las 15 moscas.

Del estudio, se extrae que la dosis de producto a emplear es de 0,36 L/ha de IMIDAN 20 LE (72 g i.a./ha). De esta manera, se logra una considerable reducción de la cantidad de Fosmet usado sin comprometer un excepcional control de la mosca. Al igual que en cítricos, el pH se debe revisar atentamente puesto que algunos atrayentes pueden incrementarlo. Además, el intervalo óptimo entre aplicaciones es de 7-10 días y no hay diferencias significativas entre el uso de distintos atrayentes.



Gráfica 5.- Porcentaje de Eficacia de los Tratamientos en Comparación con el Testigo (Control 0%). Datos medios de 6 ensayos realizados entre 2012 y 2016.

Finalmente, IMIDAN LE ofreció un control (Gráfica 4) superior al 75 % 7 días después de la aplicación A y cercano al 80 % 7 días después de la segunda aplicación (B). Asimismo, la aplicación de IMIDAN junto a un atrayente brinda una persistencia de entre 7-14 días después de la segunda aplicación (B).

Tampoco se encontraron diferencias de control entre IMIDAN LE y el REFc, ni tampoco diferencias derivadas del uso de distintos atrayentes. Finalmente, los residuos no se ven incrementados por el uso de las aplicaciones en mezcla con un atrayente y los valores se encuentran muy por debajo del Límite Máximo de Residuos entre los 3 y 7 días de la aplicación.

CONCLUSIONES FINALES

La aplicación de IMIDAN LE junto a un atrayente resulta muy interesante desde el punto de vista de control de moscas y mejora del manejo en campo. Los valores de eficacia alcanzados son iguales o superiores a las aplicaciones de IMIDAN en pulverización y comparativamente similares con otras herramientas presentes en el mercado. Por lo tanto, la aplicación de IMIDAN LE junto a un atrayente puede incluirse dentro de los distintos programas control de la plaga junto con otros métodos de control, lo que en definitiva se traduce en una herramienta adicional para el agricultor en el manejo de la plaga y de las resistencias.

A la vista de la buena eficacia obtenida en el control de la Mosca del mediterráneo y de la Mosca del olivo, se está procediendo con desarrollo de la extensión de uso de las aplicaciones de Fosmet en parcheo para otros cultivos y moscas presentes actualmente en la agricultura mediterránea (*Drosophila*, *Rhagoletis*...).

AVIATOR® XPRO

NUEVO FUNGICIDA DE BAYER PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN LOS CEREALES”.

Samuel Gil Arcones

*Jefe de Cultivos Extensivos y Tratamiento de Semillas Iberia
Bayer CropScience.*

EL PRODUCTO.

Aviator®Xpro está inscrito en el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario desde el 28/03/2016 con el número ES-00062.

Su composición es: BIXAFEN 7,5 % + PROTIOCONAZOL 15% y está formulado como concentrado emulsionable (EC).

Aviator®Xpro es, por tanto, un fungicida foliar de amplio espectro de acción que controla las principales enfermedades de los cereales. El ingrediente activo bixafen representa la innovación en el control de estas enfermedades al tener un modo de acción diferente. La combinación de bixafen y protioconazol aporta al producto una potente e innovadora eficacia contra la mayoría de las enfermedades de cereal.

Aplicaciones autorizadas en España:

- Trigo para el control de oídio, roya parda, roya amarilla, septoria y fusarium.
- Cebada para el control de helmintosporium y rincosporium
- Triticale para el control de oídio, roya parda, roya amarilla, septoria y fusarium
- Avena para el control de helmintosporium y rincosporium

Dosis y modo de empleo:

- Trigo y triticale: 0,8-1,25 L/ha, máximo 2 aplicaciones separadas 14 días. En trigo y triticale aplicar desde el comienzo del encañado (BBCH 30) hasta final de floración (BBCH 69).
- Cebada y avena: 0,6-1,0 L/ha, máximo 2 aplicaciones separadas 14 días. En cebada y avena aplicar desde el comienzo del encañado (BBCH 30) hasta inicio de floración (BBCH 61).



Aplicar en pulverización normal con tractor con cabina cerrada.

Plazo de seguridad: no procede.

La formulación de Aviator®Xpro es de alta calidad (tecnología Xpro), lo que proporciona una excelente cobertura y homogeneidad de la aplicación.

LAS SUSTANCIAS ACTIVAS: BIXAFEN Y PROTIOCONAZOL.

Ambas sustancias activas tienen un modo de acción complementario, siendo sus dianas bioquímicas dos importantes encimas: SDH y CYP 51.

Clase química:	Pyrazole-carboxamidas	Triazolintiona
Nombre químico:	Bixafen (SDHI)	Prothioconazol (DMI)
Encima objetivo:	 <p>Succinato dehidrogenasa</p>	 <p>CYP 51</p>
Modo de acción:	Inhibe la encima succinato de-hydrogenase (SDH), en el complejo II de la cadena respiratoria.	Inhibe la encima C14-demethylase (CYP51) interfiriendo la biosíntesis de esteroles

Bixafen:

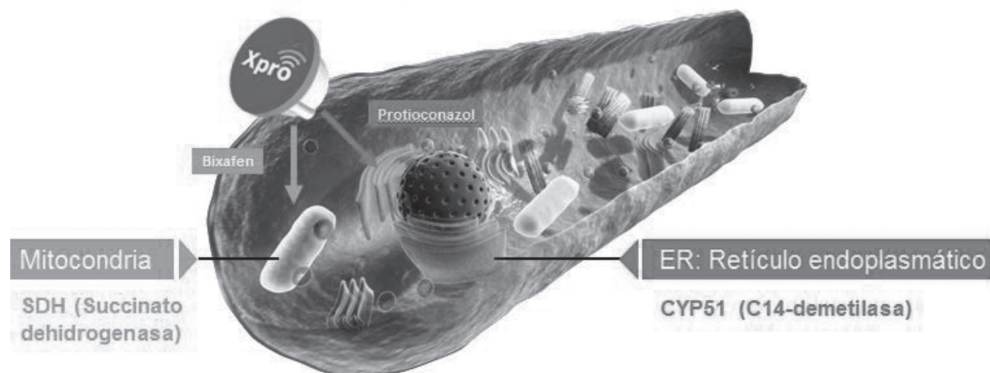
- Nueva materia activa perteneciente a la clase química de las carboxamidas.
- Actua como inhibidor de la encima succinato dehydrogenasa (SDH) dentro de la cadena respiratoria del hongo en la mitocondria.
- Tiene actividad sistémica, con difusión progresiva lo que facilita una mayor persistencia de acción.
- Aporta un amplio espectro de acción contra varias enfermedades fúngicas.
- Descubierta por Bayer, ha sido desarrollado en varias co-formulaciones para uso en cultivos extensivos.

Protioconazol:

- Materia activa fungicida de nueva generación dentro de los azoles (triazolintiona).
- Actua como inhibidor de la encima CYP51(C-14 demetilasa) interfiriendo la síntesis de esteroles.
- Tiene actividad sistémica, también con difusión progresiva.
- Posee un amplio espectro de acción contra varias enfermedades de los cereales.

- Descubierta por Bayer, forma parte de diversos formulados de reconocido prestigio.

Acción en la célula del hongo



Por tanto, la acción de Aviator®Xpro tiene lugar en dos posiciones diferentes, lo que tiene un alto valor en términos de eficacia y de reducción de riesgos de resistencias.

La protección de Aviator®Xpro se extiende a lo largo de las distintas fases de desarrollo del hongo: germinación, elongación del tubo germinativo, penetración a través de los estomas, crecimiento de hifas y esporulación.

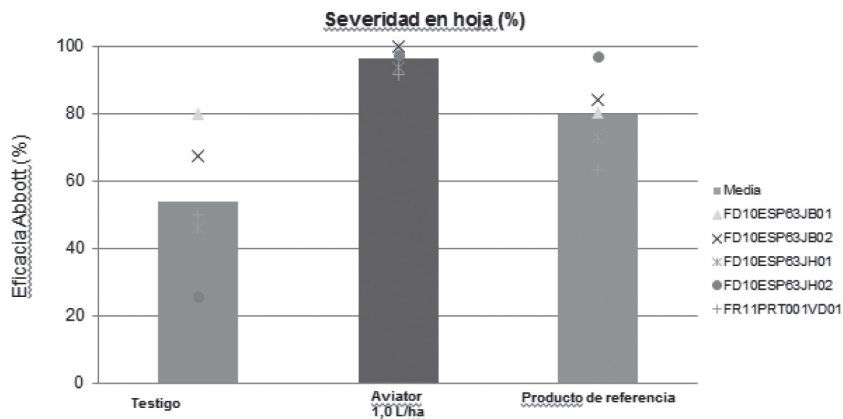
La sistemía progresiva de ambos componentes, proporciona un prolongado periodo de eficacia.

EFICACIA FUNGICIDA SUPERIOR A ESTÁNDARES DEL MERCADO.

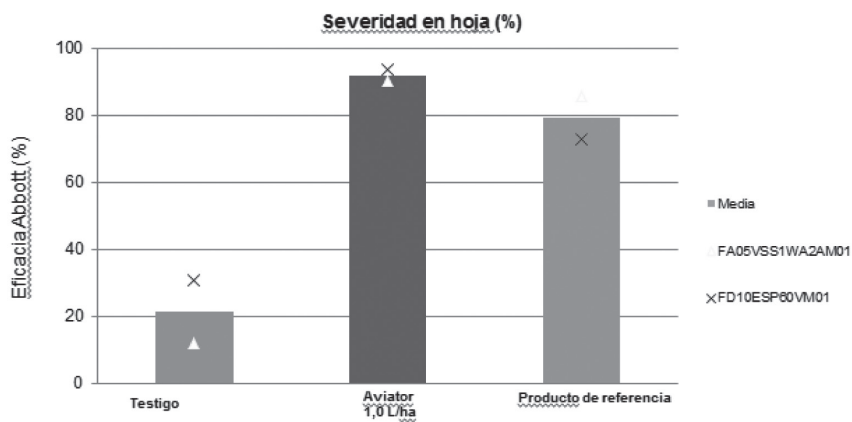
En el conjunto de ensayos realizados con Aviator®Xpro en España y Portugal, se ha mostrado más eficaz que los referentes que se compararon, utilizados a las dosis de registro recomendadas.

En los gráficos que se muestran a continuación, se puede ver la eficacia de Aviator®Xpro, se indica en cada caso el grado de ataque en las parcelas testigo (primera columna de cada gráfico):

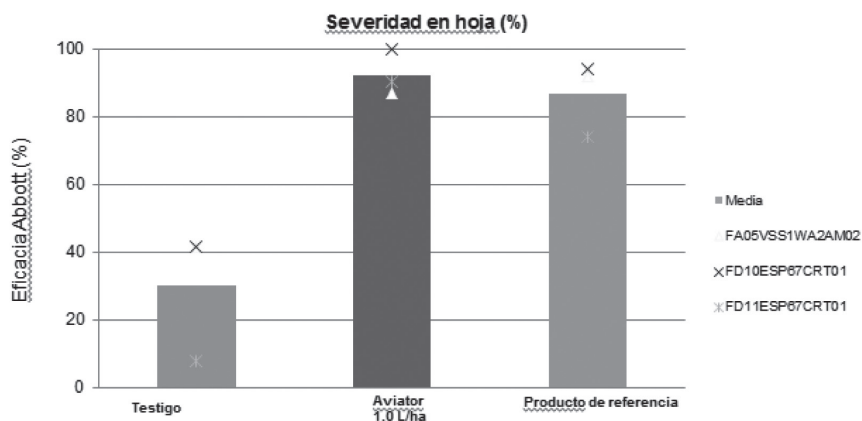
Control de septoria en trigo Resultados de 5 ensayos



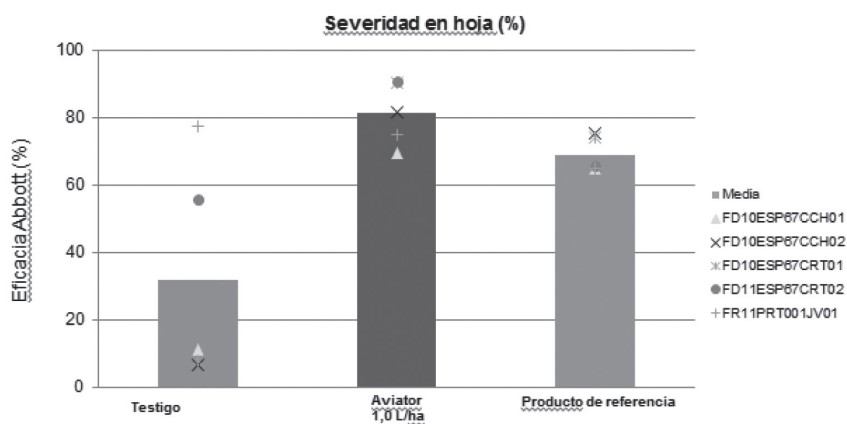
Control de oidio en trigo Resultados de 2 ensayos



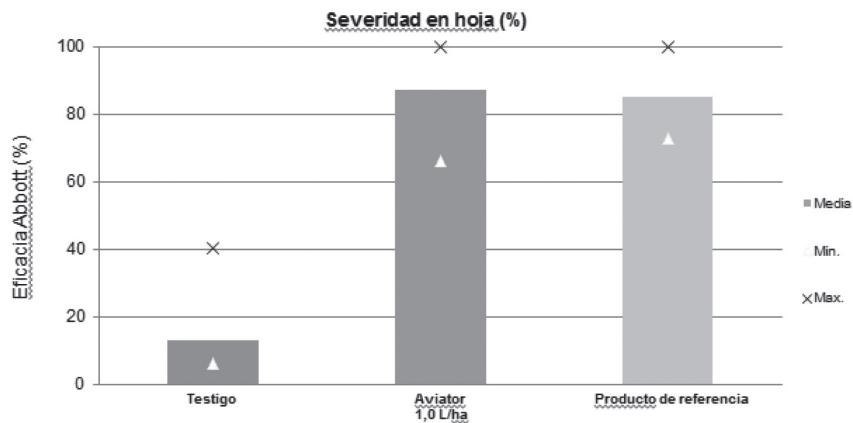
Control de *rincosporium* en cebada
Resultados de 3 ensayos



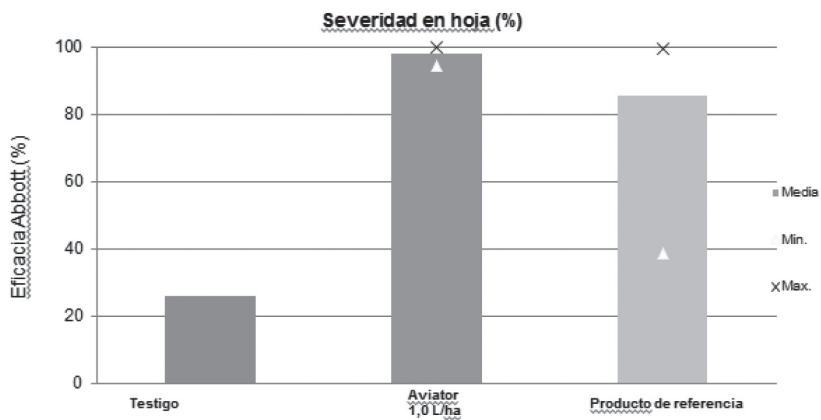
Control de *helminthosporium* en cebada
Resultados de 5 ensayos



Control de roya en trigo Resultados de 7 ensayos



Control de roya en cebada * Resultados de 9 ensayos

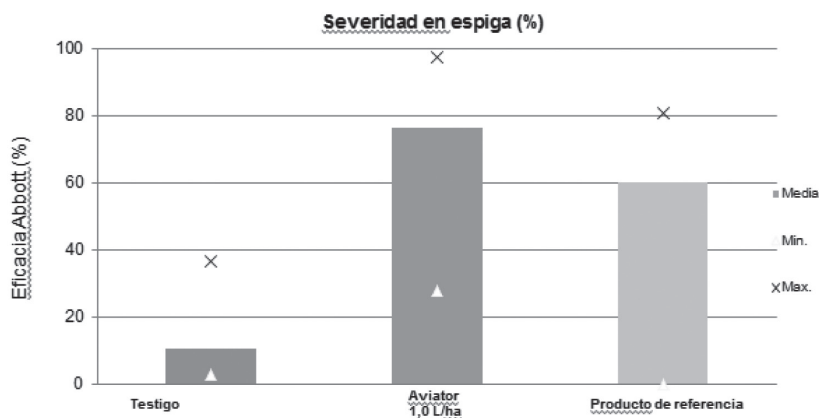


(* no registrado aún en cebada contra royas)

Control de fusarium en cebada *

Resultados de 6 ensayos

Aviator
Xpro

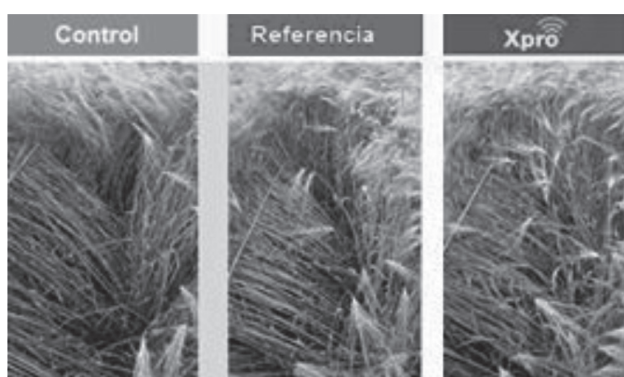


(* no registrado aún en cebada contra fusarium)

EFFECTOS FISIOLÓGICOS FAVORABLES SOBRE EL CULTIVO.

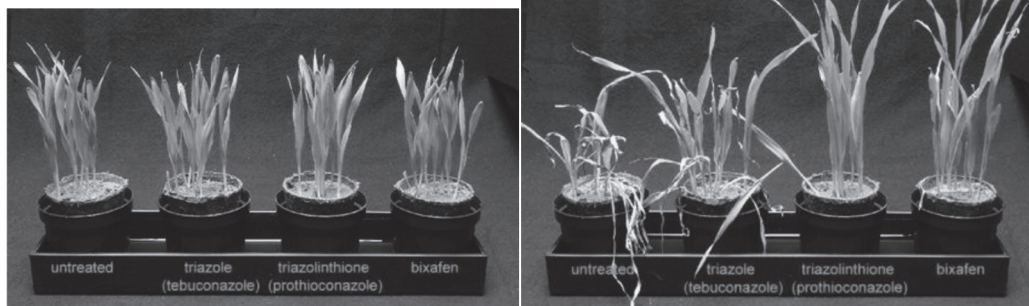
La utilización de Aviator®Xpro aporta efectos fisiológicos para el cultivo, favoreciendo con ello, junto a su eficacia fungicida, el potencial productivo del cultivo en cuanto a cantidad y calidad de la cosecha obtenida.

- Efecto verde (green effect).



Las imágenes muestran como las plantas tratadas con bixafen y prothioconazol, toleran mejor las situaciones de estrés por sequía.

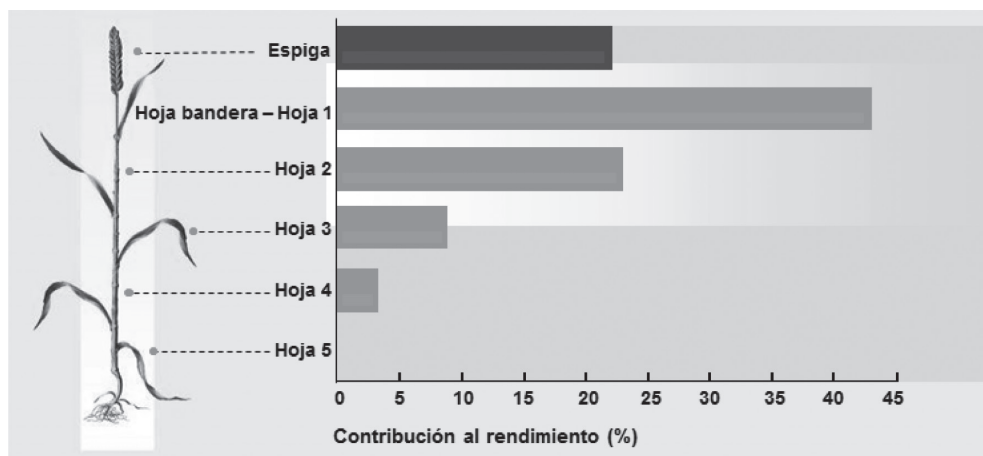
- Tolerancia a estrés por sequía.



Las imágenes muestran como las plantas tratadas con bixafen y protioconazol, toleran mejor las situaciones de estrés por sequía.

RECOMENDACIÓN PROGRAMA FUNGICIDA.

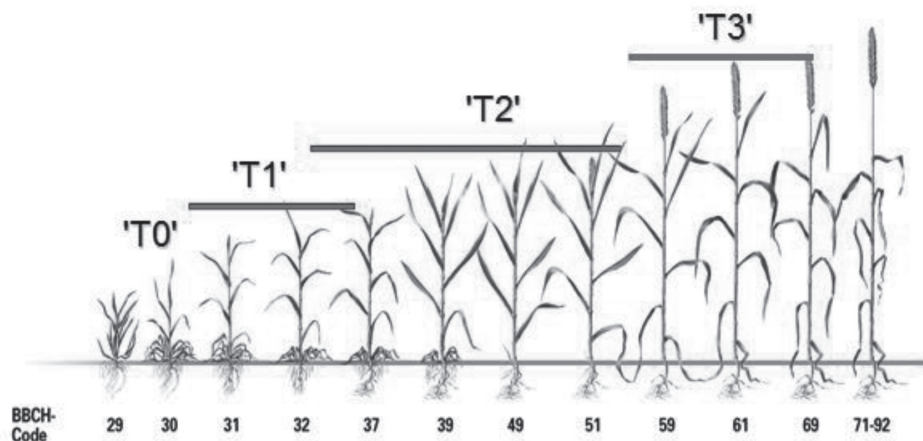
Es conocido que, de forma general, el 75% de la cosecha proviene de las tres hojas superiores:



Source: HGCA, 2009

Y, por tanto, la protección es esencial a lo largo del ciclo del cultivo, en función de la aparición de sintomatología y la existencia de condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades:

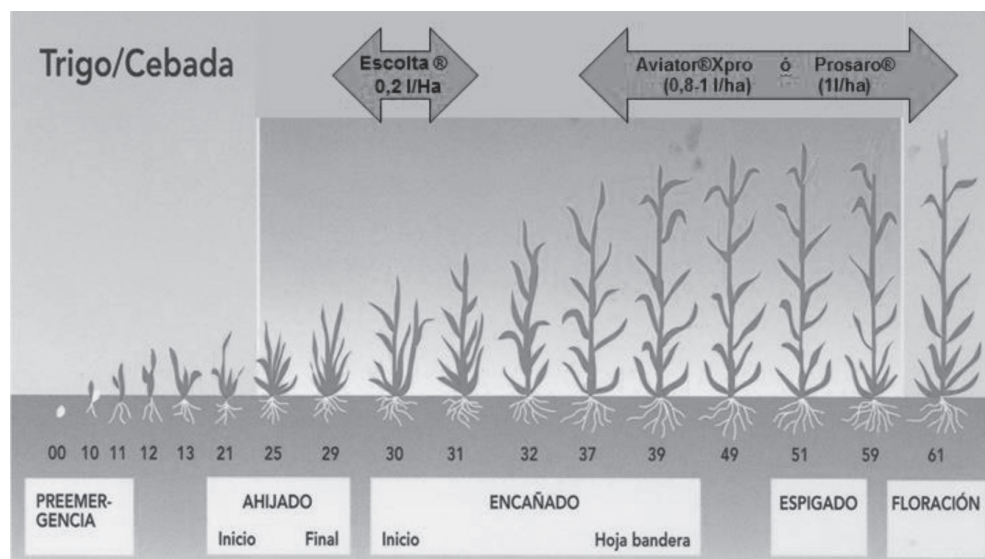
Diversos ensayos realizados, muestran que la realización de al menos dos tratamientos, facilita una mejor protección del cereal en las condiciones de España.



De esta manera, un primer tratamiento al inicio de encañado, seguido por otro a partir de hoja bandera desplegada, proporcionan, en nuestras condiciones, los mejores resultados en cuanto a protección del cultivo de cereal contra enfermedades y los mejores rendimientos en producción.

Bayer tiene además de Aviator®Xpro, otros fungicidas de cereal de reconocido prestigio como Escolta® y Prosaro®.

Estos tres fungicidas pueden ser utilizados en ambos momentos de aplicación. La elección de uno u otro fungicida será en función de la enfermedad presente, momento de aplicación, etc. Una recomendación básica sería:



CONCLUSIONES SOBRE AVIATOR® XPRO.

- Nuevo fungicida de Bayer de aplicación foliar para la protección de los cereales.
- Incorpora un nuevo ingrediente activo: Bixafen.
- Incluye dos modos de acción distintos, lo que aumenta su eficacia y reduce riesgo de resistencias.
- Tiene alta eficacia fungicida, igual o superior a los estándares del mercado.
- La sistemía progresiva de ambos ingredientes, permite una protección duradera y eficaz.
- Posee un amplio espectro contra las principales enfermedades de los cereales:
 - septoria,
 - oidio,
 - royas
 - helmintosporiosis,
 - rincosporiosis,
 - fusarium
- Aporta efectos fisiológicos favorables para el cultivo:
 - Efecto verde (green effect)
 - tolerancia a estrés por sequía.
- Favorece la productividad y la calidad de la cosecha
- Su calidad de formulación proporciona una excelente cobertura y homogeneidad de la aplicación.

EL COBRE: MATERIA ACTIVA BÁSICA EN EL CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DEL OLIVO

**Roca, L.F.; Viruega, J.R.; Ávila, A.;
Moral, J.; Marchal, F.; Romero, J.; Agustí, C., Trapero, A.**

*Departamento de Agronomía, ETSIAM,
Universidad de Córdoba. UPL IBERIA S.A..*

El cobre es la materia activa fungicida más empleada en el olivar, siendo el componente básico en más del 80% de los productos autorizados para el control de las principales enfermedades de este cultivo en España. Destacan entre éstas los Repilos, si bien, enfermedades reemergentes como la Tuberculosis o la Lepra y otras de menor importancia también han sido tradicionalmente controladas con tratamientos protectores basados en fungicidas cúpricos. La reducción propuesta por la UE en la cantidad de cobre a aplicar por hectárea y año, obliga a una optimización de los tratamientos, con reducciones de la dosis de cobre y uso de materias activas alternativas.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL OLIVO

Entre las micosis que afectan a las hojas y aceitunas destacan los "Repilos", término que engloba tres enfermedades, Repilo propiamente dicho, Emplomado y Antracnosis, con un síndrome común, la defoliación que producen en los olivos afectados (Trapero *et al.*, 2009).

El **Repilo** es la enfermedad más generalizada del olivar en España, ocasionando graves defoliaciones que debilitan progresivamente al árbol. El síntoma más característico de la enfermedad se presenta en el haz de las hojas, donde se aprecian unas manchas circulares de tamaño variable y de color marrón oscuro-negro, frecuentemente con un halo amarillo. El agente causal es el hongo hifomiceto *Spilocaea oleagina*, biotrofo específico del olivo que se desarrolla en la cutícula de las hojas, emergiendo al exterior las esporas asexuales o conidios, que son los responsables del color oscuro de las lesiones. El patógeno sobrevive durante los períodos desfavorables en las hojas infectadas, con o sin síntomas, que permanecen en el árbol, mientras que las hojas caídas parecen tener poca importancia como fuente de inóculo. Los conidios se dispersan casi exclusivamente por la lluvia y el establecimiento de la infección requiere agua libre o una atmósfera saturada de humedad durante más de 12 horas, con una temperatura óptima próxima a los 15°C (Trapero y Blanco, 2008; Viruega *et al.*, 2011). La medida de control más utilizada es la aplicación foliar de fungicidas cúpricos. La frecuencia y momento de las aplicaciones varía considerablemente con la persistencia del fungicida, las condiciones climáticas, la susceptibilidad del cultivar y el nivel de infección existente, por lo que se ha desarrollado un sistema de predicción de epide-

mias destinado a facilitar la toma de decisiones a la hora de aplicar los tratamientos (Roca *et al.*, 2010; Romero *et al.*, 2014).

El **Emplomado** es una de las enfermedades menos conocida por los agricultores. El síntoma característico aparece en el envés de las hojas, una coloración grisácea, debido a la formación de conidios del patógeno, mientras que en el haz se observan manchas cloróticas marginales que tienden a necrosarse (Trapero y Blanco, 2008). El Emplomado está ampliamente distribuido por todos los países productores, pudiendo producir graves ataques en hojas y frutos en zonas húmedas con cultivares susceptibles. El agente causal de la enfermedad es el hifomiceto *Pseudocercospora cladosporioides* específico del olivo (Ávila *et al.*, 2005). Presenta un elevado periodo de incubación y el inóculo se dispersa por la lluvia. Aunque las hojas jóvenes parecen más susceptibles (Agustí-Brisach *et al.*, 2016), los síntomas se asocian preferentemente a las hojas viejas, siendo el periodo que va de otoño hasta finales de invierno, con temperaturas entre 10 y 20°C y humedad relativa alta el periodo principal de infección y esporulación del patógeno (Trapero y Blanco, 2008). En las zonas endémicas, se recomienda realizar dos tratamientos fungicidas coincidiendo con los momentos de infección más importantes, primavera y otoño. Los productos cúpricos se han mostrado eficaces, pero la mezcla de éstos con estrobilurinas e incluso éstas por sí solas pueden ser suficientes para prevenir o mantener niveles bajos de la enfermedad (Agustí-Brisach *et al.*, 2016).

La **Antracnosis** es la enfermedad más relevante del fruto, especialmente en zonas húmedas donde se cultivan variedades susceptibles (Trapero y Blanco, 2008). El síntoma más conocido es la podredumbre de aspecto jabonoso del fruto, aunque también se produce defoliación y desecación de ramas del árbol. Provoca pérdida de producción, deterioro de la calidad del aceite y debilitamiento del árbol (Moral *et al.*, 2009; 2014). El agente causal de la enfermedad son diversas especies del género *Colletotrichum* (Damm *et al.*, 2012). El patógeno sobrevive principalmente en los frutos afectados que quedan en la copa del árbol, dispersándose durante la primavera por la lluvia, que transporta los conidios hasta las flores y aceitunas en desarrollo. En éstas, la infección permanece latente (sin causar síntomas) hasta el otoño siguiente. Cuando las aceitunas infectadas comienzan a madurar, el patógeno produce la podredumbre del fruto y desarrolla cuerpos fructíferos y nuevos conidios. Las temperaturas suaves (15-25°C) y la lluvia favorecen el desarrollo epidémico de la Antracnosis en otoño-invierno (Moral *et al.*, 2012; Trapero y Blanco, 2008). Una vez que el patógeno ha causado la podredumbre y momificado de los frutos, produce sustancias tóxicas, que son las responsables de la desecación de ramas (Moral *et al.*, 2009). El control químico está basado en la utilización de fungicidas cúpricos, aunque la rapidez con que progresan las epidemias, dificulta su control. El momento óptimo para los tratamientos preventivos es al inicio del otoño, pero en otoños favorables es necesario repetir el tratamiento al menos una vez.

La Tuberculosis y la Lepra, son consideradas enfermedades reemergentes, a consecuencia de la intensificación del cultivo, con producción de mayor número de heridas en las ramas especialmente durante la recolección, lo que ha propiciado un incremento en la incidencia de estas enfermedades (Roca *et al.*, 2014; Romero *et al.*, 2015). La **Tuberculosis** del olivo, causada por la bacteria *Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi*, es una enfermedad conocida desde antaño y extendida por todas las zonas olivareras del mundo. La bacteria requiere heridas para establecer la infección en los tejidos del olivo y los tumores o agallas característicos de la tuberculosis se producen como consecuencia de la actividad hiperplásica e hipertrófica de hormonas producidas por la bacteria. El control de la enfermedad se lleva a cabo tradicionalmente mediante productos cúpricos, de efecto esencialmente preventivo, siendo la enfermedad de difícil erradicación una vez establecida (Trapero y Blanco, 2008). Se ha comprobado que la aplicación de productos cúpricos en olivos reduce la población epifita de la bacteria, con la consecuente disminución de las infecciones y la formación de tumores, siendo necesaria la aplicación de al menos dos tratamientos anuales, tras la recolección y en primavera (Quezada *et al.*, 2006; Teviotdale y Krueger, 2004). En cuanto a la eficacia de las distintas sales de cobre frente a la enfermedad, la información disponible es escasa, aunque se han observado diferencias de eficacia entre ellas. Asimismo, se ha comprobado distinto grado de tolerancia al cobre entre las cepas de la bacteria (Roca *et al.*, 2014).

La **Lepra**, causada por el ascomiceto *Phlyctema vagabunda* es una enfermedad ampliamente distribuida en el olivar mundial. El síntoma principal aparece en los frutos y consiste en lesiones necróticas circulares de pocos milímetros de diámetro, deprimidas, de color marrón oscuro, limitadas por un reborde más oscuro y circundadas por un halo clorótico. Estas lesiones, presentes tanto en frutos verdes como maduros, terminan por causar el momificado parcial o total del fruto y su caída (Trapero y Blanco, 2008). Sobre hojas, *P. vagabunda* causa pequeñas lesiones cloróticas redondeadas, de alrededor de 3-4 mm de diámetro, a finales del invierno y comienzo de la primavera, que progresan hacia la necrosis originando el agujereado de la hoja. En ramas, se observan chancros redondeados y superficiales, de entre 0.5 y 3 cm de diámetro, que se desarrollan a partir de alguna herida previa a la penetración del patógeno y que causan la muerte de ramillas (Romero *et al.*, 2015). El ataque del hongo en hojas y ramillas se ha considerado de importancia secundaria, excepto por su contribución a la supervivencia y dispersión del patógeno. Sin embargo, desde 2011 se ha observado una creciente aparición de síntomas sobre hojas y ramas que no habían sido descritos hasta la fecha en España (Romero *et al.*, 2016). Los estudios realizados sobre control químico en olivar son escasos, si bien se ha observado la pobre eficacia de los fungicidas cúpricos frente a *P. vagabunda* en pruebas de laboratorio. Lo anterior explicaría que se observen olivos gravemente afectados en fincas comerciales con alto número de tratamientos de cobre. En ensayos realizados en condiciones

controladas, el tebuconazol ha mostrado unos resultados esperanzadores, aunque aún no se dispone de datos en los experimentos en campo que están desarrollándose actualmente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS CÚPRICOS

Los fungicidas cúpricos de efecto protector son los productos más utilizados para el control de enfermedades en el olivar, aunque actualmente también se dispone de otras materias activas en este cultivo. De las 218 formulaciones comerciales registradas para el control del Repilo, más del 80% corresponden a productos cúpricos o formulados que incluyen el cobre en su composición (Anónimo, 2016a). Los cúpricos empezaron a utilizarse en el olivar prácticamente tras su descubrimiento por Millardet en 1885. Su acción se basa en la acción inhibitoria de las esporas fúngicas, impidiendo su germinación y por tanto, el establecimiento de la infección. Las diferencias en la eficacia entre productos se deben a la solubilidad del cobre o a la sensibilidad del patógeno. Esta última característica se ha comprobado varía significativamente entre productos y entre patógenos (Roca *et al.*, 2007). El cobre actúa alterando numerosos procesos metabólicos de la célula fúngica, lo que ha llevado a considerar este tipo de productos como de bajo riesgo para el desarrollo de resistencia por parte de los patógenos (Anónimo, 2016b), siendo ésta una de las características que ha permitido su uso durante largo tiempo en numerosos cultivos y frente a diversos patógenos fúngicos. Un efecto adicional de los fungicidas cúpricos se manifiesta mediante la reducción del inóculo producido en los tejidos afectados y de la viabilidad de éste, habiéndose observado reducciones de hasta el 95% de la germinación de las esporas producidas en las lesiones de hojas de plántulas afectadas por *S. oleagina* (Viruega *et al.*, 2002). También se ha observado una reducción de las poblaciones de *P.s. savastanoi* en olivos tratados con cobre (Quesada *et al.*, 2006).

Dado el carácter preventivo de los tratamientos, es de notable importancia el momento de aplicación. Éste dependerá de la persistencia del fungicida, el tipo de enfermedad, lo favorecedor del ambiente, la susceptibilidad del cultivar y el nivel de infección existente. Actualmente, ya se dispone de un sistema predictivo, que está siendo validado actualmente en campo, y que constituye una valiosa herramienta para el olivicultor, de cara a establecer los momentos óptimos de tratamiento (Romero *et al.*, 2014). La modelización de enfermedades y el desarrollo de herramientas de toma de decisiones tienen como objetivo el uso sostenible de los fitosanitarios en consonancia con las futuras normativas europeas (Rossi *et al.*, 2012).

Una de las características fundamentales de los productos cúpricos es la persistencia o resistencia al lavado por lluvia, dado el amplio periodo del año en que pueden producirse las infecciones. El menor uso de otros productos es determinado, en gran medida, por su menor persistencia, lo que obliga a aumentar el número de aplicaciones anuales. Las diferencias de persistencia

entre productos cúpricos están relacionadas principalmente con la formulación comercial y no con el tipo de sal cúprica (Marchal *et al.*, 2003). Asimismo, se ha podido establecer una relación entre la cantidad de cobre depositada en hoja y el nivel de infección, lo que puede utilizarse para determinar la necesidad de nuevas aplicaciones en campo para el control del Repilo (Roca *et al.*, 2007).

En cuanto a los posibles efectos secundarios, no se ha observado efecto de los productos cúpricos comerciales ni sobre las hojas ni sobre las flores. El ión Cu^{2+} puede resultar fitotóxico, por lo que es empleado como defoliante en frutales. En olivo el cobre puede producir una caída selectiva de hojas afectadas por Repilo, aunque este efecto solo se ha observado para el sulfato de cobre puro. Asimismo, dada la importancia que puede tener el tratamiento de primavera en algunos años bajo determinadas condiciones climatológicas, se ha comprobado que el tratamiento con cobre reduce la viabilidad del polen del olivo, pero no afecta al número de frutos cuajados debido a la abundante floración del olivo (Roca *et al.*, 2007).

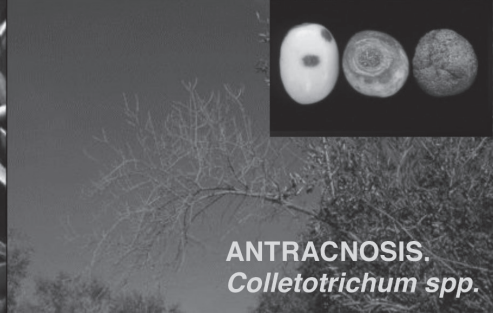
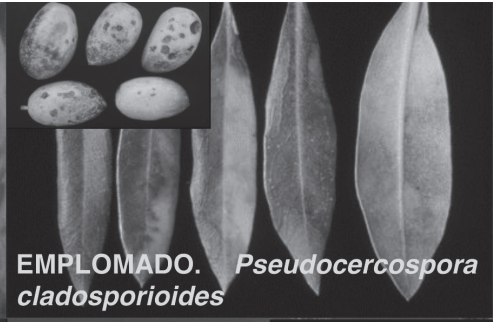
ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE COBRE

La probable limitación que en un futuro próximo va a ser impuesta por la UE respecto a la cantidad de cobre a utilizar en el olivar (Directiva 2009/128/CE), va a determinar la necesidad de implementar estrategias integradas de control de las enfermedades, que maximicen el efecto de los fungicidas empleados. Para ello, será crucial el uso de todas las herramientas disponibles por parte del olivicultor a la hora de aplicar los tratamientos fitosanitarios. Esta gestión integrada de las enfermedades debe considerar entre otros, la elección adecuada de variedades, según las características de la zona, el empleo de buenas prácticas agrícolas, como la poda para aireación de la copa y la fertilización equilibrada, el uso de sistemas predictivos de riesgos de infección, el adecuado mantenimiento de la maquinaria de aplicación y la selección de las materias activas más adecuadas, dependiendo de la enfermedad y/o momento del año en que se realice el tratamiento. En este sentido, se han realizado estudios que han permitido la reducción de la cantidad de cobre aplicado para un control satisfactorio del Repilo, bien reduciendo las dosis de cobre en determinados momentos del año o combinando su uso con otras materias activas disponibles (Roca *et al.*, 2012). También el sector fitosanitario está desarrollando nuevas materias activas y formulaciones, con el objetivo de mantener o aumentar la eficacia reduciendo la cantidad de cobre y que están siendo evaluadas en la actualidad tanto en condiciones controladas como en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí-Brisach, C., Romero, J., Ávila, A., Raya, M.C., Roca, L.F., Trapero, A. 2016. Bases para la gestión integrada del emplomado del olivo. *Vida Rural* 419: 40-48.
- Anónimo, 2016a. Registro de productos fitosanitarios. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>
- Anónimo, 2016b. FRAC Code List: Fungicides sorted by mode of action. Fungicide resistance action committee. 10 pp.
- Ávila, A., Groenewald, J.Z., Trapero, A., Crous, P.W. 2005. Characterization and epitypification of *Pseudocercospora cladosporioides*, the causal organism of *Cercospora* leaf spot of olives. *Mycol. Res.* 109: 881-888.
- Damm, U., Cannon, P.F., Woudenberg, J.H.C., Crous, P.W. 2012. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Stud. Mycol.* 73, 37-113.
- Moral, J., Jurado-Bello, J., Sánchez, M. I., Oliveira, R., Trapero, A. 2012. Effect of temperature, wetness duration, and planting density on olive anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. *Phytopathology* 102: 974-981.
- Marchal, F., Alcántara, E., Roca, L.F., Boned, J., Trapero, A. 2003. Evaluación de la persistencia de fungicidas cúpricos en hoja de olivo. *Vida Rural* 176: 52-56.
- Moral J, Oliveira R, Trapero A, 2009. Elucidation of disease cycle of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 99, 548-556.
- Moral, J., Xaviér, C., Roca, L.F., Romero, J., Moreda, W., Trapero, A. 2014. La Antracnosis del olivo y su efecto en la calidad del aceite. *Grasas y Aceites* 65 (2): e028. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.110913>.
- Quesada, J.M., Peñalver, R., García, A., Bertolini, E., Salcedo, C., Piquer, J., López, M.M. 2006. Bases para el control preventivo de la tuberculosis del olivo. *Vida Rural* 228: 50-54.
- Roca, L.F., Beltrán, J.A., Pericas, R., Trapero, A. 2012. Estrategias de reducción de cobre para el control del repilo del olivo. *Vida Rural* 341: 36-40.
- Roca, L.F., Miranda-Fuentes, P., Trapero, A. 2014. Eficacia de los productos cúpricos en el control de la tuberculosis del olivo. *Vida Rural* 385: 48-52.
- Roca, L.F., Viruega, J.R., Ávila, A., Oliveira, R., Marchal, F., Moral, J., Trapero, A. 2007. Los fungicidas cúpricos en el control de las enfermedades del olivo. *Vida Rural* 256: 52-56.

- Roca, L.F., Viruega, J.R., López-Doncel, L.M., Moral, J., Trapero, A. 2010. Métodos culturales, químicos y biológicos de control del repilo. *Vida Rural* 303: 38-42.
- Rossi, V., Caffi, T., Salinari, F. 2012. Helping farmers face the increasing complexity of decision-making for crop protection. *Phytopathologia Mediterranea*, 3, 457-479.
- Romero, J., Raya, M.C., Roca, L.F., Moral, J., Trapero, A. 2016. First report of *Neofabraea vagabunda* causing branch cankers on olives in Spain. *Plant Dis.* 100:527.
- Romero, J., Raya, M.C., Roca, L.F., Moral, J., Trapero, A. 2015. La lepra del olivo: una enfermedad emergente. *Vida Rural* 402: 42-46.
- Romero J., Roca L.F., Moral J., Trapero A. 2014. Validación del modelo epidémico de los repilos del olivo. XVII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. 7 al 10 de octubre. Lleida. Pág. 82.
- Teviotdale, B.L., Krueger, B. 2004. Effects of timing of copper sprays, defoliation, rainfall, and inoculum concentration on incidence of olive knot disease. *Plant Dis.* 88: 131-135.
- Trapero, A., Blanco, M.A. 2008. Enfermedades. In: El cultivo de olivo. D. Baranco, R. Fernández-Escobar, and L. Rallo, eds. Coedición Junta de Andalucía / Mundi-Prensa, Madrid, Spain. pp. 595-656.
- Trapero, A., Roca, L.F., Moral, J., López-Escudero, F.J., Blanco-López, M.A.. 2009. Enfermedades del olivo. *Phytoma* 209: 18-28.
- Trapero, A., Roca, L.F. 2004. Bases epidemiológicas para el control integrado de los "Repilos" del olivo. *Phytoma España* 164: 130-137.
- Viruega, J. R., Roca, L. F., Moral, J., and Trapero, A. 2011. Factors affecting infection and disease development on olive leaves inoculated with *Fusicladium oleagineum*. *Plant Dis.* 95:1139-1146.
- Viruega, J.R., Trapero, A., Moreno, S. 2002. Efficacy of Kresoxim-methyl against olive leaf spot caused by *Spilocaea oleagina*. *Acta Hort.* 586: 801-804.



“RELEVANT: CARBOXILATOS NATURALES DE *OLEA EUROPAEA* L. PARA EL CONTROL DE HEMÍPTEROS, TETRANÍQUIDOS Y TRIPS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS.”

M. Ruiz García

Responsable de Transferencia Tecnológica

C. Gil Lozano

Crop Manager de Hortícolas

J. Prades i Latorre

Jefe de Experimentación

Sipcam Iberia, S.L., Valencia (España)

Guido Maffioli

Product Manager Europe

Alpha BioPesticides Limited. Cambridge (UK)

INTRODUCCIÓN

Los ácidos carboxílicos o carboxilatos de los que está compuesto RELEVANT® fueron incluidos en el Anexo I (Dir.91/414 CEE) 1 de septiembre de 2009. RELEVANT® en la actualidad se encuentra en proceso de autorización en base al registro zonal obtenido en Francia a finales del pasado mes de junio de 2016. En la actualidad el formulado está registrado en Francia, Reino Unido, Grecia e Italia y en proceso de autorización en otros países europeos. RELEVANT® ha sido experimentado y puesto a punto para su empleo en las condiciones agroclimáticas de España por SIPCAM IBERIA, con el apoyo de AlphaBio, para el control de áfidos, ácaros, trips y moscas blancas en diversos cultivos hortícolas y leñosos.

RELEVANT® posee un fuerte efecto de choque que permite controlar eficazmente estas plagas a las dosis autorizadas y en las condiciones recomendadas de uso del producto. Este buen control de las plagas, unido a la ventaja de que es un formulado compuesto por sustancias naturales exentas de fijación de LMR (Annex IV Reg 396/2005) así como compatible con OCB's y polinizadores naturales, lo hace susceptible de ser incluido tanto como ~~insect~~ producto autorizado para su uso en agricultura ecológica como para su uso en estrategias de producción “residuo zero”.

Todo ello, asociado a un modo de acción único, hace que sea un formulado idóneo para ser incluido en programas de control anti-resistencias, contribuyendo de manera importante, a mejorar la protección de los cultivos.

En esta ponencia también se documentan las características de este nuevo producto, así como un resumen de los resultados de la experimentación y el desarrollo llevados a cabo en España y en otros países europeos en cultivos hortícolas.

En base a los resultados de los estudios toxicológicos, ecotoxicológicos y medioambientales efectuados con la RELEVANT® se pone en evidencia su perfil favorable tanto para las personas, los animales como para el medio ambiente. Esto lo convierte en un insecticida-acaricida completo y seguro.

CARACTERÍSTICAS DE RELEVANT®

RELEVANT® contiene un grupo específico de ácidos carboxílicos con un rango de cadena larga de C14-C20, que han sido seleccionados específicamente por su óptima actividad insecticida-acaricida. El control de la calidad es tan importante para SIPCAM IBERIA que cada lote de RELEVANT® es idéntico al anterior y por ello la actividad insecticida está garantizada.

CARBOXILATOS NATURALES: TECNOLOGÍA VERDE EN SU INTERIOR

La naturaleza nos ofrece muchas posibilidades de obtener productos para la protección de las plantas de bajo impacto para las personas y el medio ambiente. Pero es difícil materializar soluciones efectivas y seguras que procedan directamente de fuentes naturales, sin ninguna transformación.

Los carboxilatos ó ácidos carboxílicos son compuestos orgánicos que contienen un grupo carboxílico (R-COOH). Los ácidos carboxílicos se encuentran de manera habitual en la naturaleza y se pueden obtener de muchas fuentes. Se definen por el número de átomos de carbono que contienen, entre 4-36.

Se clasifican en los diferentes grupos que se describen a continuación:

- **Ácidos Carboxílicos de Cadena Corta: menos de 6 átomos de carbono.**

Como por ejemplo de C4 (Ácido butírico) – usados para el control de bacterias patógenas en alimentación animal.

- **Ácidos Carboxílicos de Cadena Media: 6 - 12 átomos de carbono.**

Como por ejemplo de C9 (Ácido pelargónico) usado como herbicida.

- **Ácidos Carboxílicos de Cadena Larga: 13 - 21 átomos de carbono.**

Es el grupo al que pertenecen los ácidos carboxílicos seleccionados para componer el RELEVANT®.

- **Ácidos Carboxílicos de Cadena Muy Larga: 22 - 36 átomos de carbono.**

Presentes en los tejidos celulares humanos.

PROCESO DE FABRICACIÓN.

Protección de las plantas Sostenible y Renovable

SIPCAM IBERIA junto a AlphaBio, han estudiado científicamente el comportamiento y la actividad a nivel molecular de los carboxilatos (ácidos carboxílicos). De estos estudios se ha obtenido un conocimiento detallado de la funcionalidad de cada una de las diferentes longitudes de cadenas de ácidos carboxílicos así como las fuentes y métodos de extracción óptimos (que deben ser sostenibles y renovables).

Garantía de calidad en todas la etapas del proceso de producción.

El proceso de fabricación de RELEVANT® solo está compuesto por tratamientos físicos sin que intervengan reacciones químicas en el mismo. La materia prima usada para su materia activa es el aceite de oliva que proviene exclusivamente del área del Mediterráneo, y mayoritariamente es de origen español. Este proceso de producción garantiza la máxima calidad en todas las etapas del proceso. Los ácidos del aceite de oliva son analizados antes de ser adquirido para comprobar y garantizar que cumple con todas sus especificaciones técnicas internas de calidad. Estos ácidos son subproductos del proceso de fabricación del aceite de oliva virgen extra. Cuando llega a la planta de producción se somete a un proceso de extracción patentado que incluye múltiples etapas de destilación y fraccionamiento controladas por un sistema ISO de control de calidad. Este proceso de fabricación está diseñado con las más duras especificaciones que garantizan que cada lote de producción es idéntico al precedente en cuanto al contenido de las cadenas de ácidos carboxílicos específicos y seleccionados para RELEVANT®.



Fotografía 1.- Planta de formulación del RELEVANT en una zona urbana del norte de Italia regulada por el Ministerio de Sanidad italiano.

Sin impurezas

No se produce ningún tipo de impurezas durante el proceso de fabricación de RELEVANT® ya que no interviene ningún tipo de reacción química durante el mismo. Las sustancias que componen RELEVANT® son tanto los ácidos carboxílicos, ya especificados con anterioridad, como otras sustancias secundarias presentes de manera natural en el aceite de oliva.

Food Grade Standard.

RELEVANT® contiene ácidos carboxílicos (C14 a C20) de origen natural vegetal que son componentes esenciales de la dieta de organismos vivos y a su vez, también contiene en pequeñas cantidades otros componentes que forman parte del aceite de oliva y que juegan un importante papel en el metabolismo humano.

Todo el proceso de obtención de RELEVANT ha sido examinado por las autoridades europeas concluyendo que la materia prima de la cual está compuesta RELEVANT es Food Grade Standard (Food Grade Material) y que por este motivo, está exenta de fijación de LMR y no se considera tampoco necesario realizar evaluaciones Tier II toxicológicas y ecotoxicológicas de la misma.

Características físico-químicas de RELEVANT®

Composición:	Salas potásicas de ácidos carboxílicos 47,98 % p/v
Tipo de Formulación:	Emulsión de aceite en agua (EW)
Aspecto Físico:	Amarillento-ambarino
Densidad:	1,0037 kg/l ó g /cm ³ (20 °C)
pH :	8,8
Viscosidad:	208.33 cP (mPa * s) (20 °C)

No explosivo, No inflamable, No oxidante

El formulado permanece estable durante 2 años a temperatura ambiente siempre que se mantenga en sus envases originales, cerrados y en un lugar de almacenamiento adecuado.

RELEVANT® es un insecticida-acaricida para el control de trips tisanópteros, hemípteros y tetraníquidos en cultivos hortícolas, en forma de Emulsión de aceite en agua (EW). Se disuelve completamente en agua formando una ligera espuma pero sin formación de residuos.

En apartados posteriores de esta comunicación, se evidencia que el uso del formulado no presenta fitotoxicidad ni aplicado sólo ni en mezcla con productos formulados, como tampoco presenta problemas de compatibilidad físico-química con los productos fitosanitarios usados habitualmente en hortícolas. Una vez obtenido el registro, el producto se presentará y comercializará en envases de 5 y 10 litros.

Características toxicológicas de RELEVANT®

- Toxicidad oral aguda: DL50 oral aguda en ratas: >5050 mg/Kg
- Toxicidad dermal aguda: DL50 dermal aguda en conejos: >2020 mg/Kg
- Toxicidad inhalatoria: CL50 por inhalación en rata >2,15 mg/L
- Sensibilización cutánea: no sensibilizante
- Irritación ocular (Conejo): Moderadamente irritante
- Irritación dérmica (Conejo): Moderadamente irritante

RELEVANT® no es carcinogénico ni mutagénico ni teratogénico. Ninguno de los coformulantes de su formulación están incluidos en NTP, IARC ó OSHA lista de sustancias carcinogénicas.

Peligrosidad para el hombre: no clasificado.

Características ecotoxicológicas del formulado RELEVANT® y la sustancia activa

- Aves:
DL50 en dieta Colín de Virginia > 611,8 mg s.a./kg (peso corporal/día)
- Toxicidad Organismos acuáticos:
CL50 *Salmo gairdnerii*: 8,79 mg/l
CE50 *Daphnia magna*: 12,4 mg s.a./l
CE50 Algas verdes: Biomasa 1,02 mg s.a./l
Tasa de crecimiento 3,11 mg s.a./l
- Abejas:
Oral: DL50: >448 µg s.a./abeja
Contacto:DL50: >448 µg s.a./abeja
- Toxicidad Organismos Terrestres:
CL50 *Eisenia foetida*: >257,5 mg s.a./kg suelo
Actividad microbiológica en suelo EC25: >1650 mg s.a./kg suelo



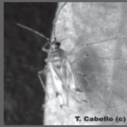

Características Medioambientales de formulado RELEVANT® y la sustancia activa


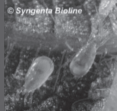

- Degradación en el suelo:
DT50: 3 días (caso peor)
- Degradación en agua:
DT50: 3 días (caso peor)
- Degradación en aire:
DT50: 1,7 días (caso peor)

RELEVANT® es degradado rápidamente por los microorganismos al ser una fuente de carbono. No es persistente ni bioacumulativo.

Compatibilidad con Organismos de Control Biológico y beneficiosos

Estudios realizados por IPM Impact Nederhespen, Bélgica en 2014 y 2015 en laboratorio y semicampo.

HETERÓPTEROS (Antocóridos, Míridos)		HIMENOPTEROS	
			
<i>Macrolophus caliginosus</i>	<i>Orius laevigatus</i>	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>Encarsia formosa</i>
Toxicidad			
2	1	1	2

FITOSEIDOS		
		
<i>A. swirskii</i>	<i>A. cucumeris</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i>
Toxicidad		
1	1	2


Categorías OILB- Toxicidad	% mortalidad
1 No tóxico ó Inofensivo	<25%
2 Ligeramente tóxico	25-50%
3 Moderadamente tóxico	50-75%
4 Tóxico	>75%

Para *Phytoseiulus persimilis* y *Orius laevigatus* se han realizado ensayos para conocer la persistencia del producto antes de realizar las sueltas y se ha determinado que las sueltas se pueden hacer cuando se seca el caldo de aplicación del producto sin que ello condicione la normal instalación de estos OCBs. Por tanto sería 0 en persistencia en semanas.

Además de los OCBs que aparecen en las tablas también se ha constatado el efecto sobre; *Aphidius rhopalosiphii* (bajo impacto); *Typhlodromus piri* (ningún efecto); *Chrysoperla carnea* (ningún efecto) y *Therodiplosis persicae* (bajo impacto)

Estudios sobre *Bombus terrestris* realizados por IPM Impact también, en 2014:

B



C

POLINIZADORES
C: Compatible

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Modo de Acción

RELEVANT es un insecticida-acaricida de contacto, activo para el control de todos los estados de los insectos y arañas; inmaduros, adultos y huevos. La sustancia activa de RELEVANT penetra en las capas externas blandas del cuerpo del insecto: disuelve las capas cerosas y rompe la matriz lipoproteica de la cutícula (capa externa del exoesqueleto). Los carboxilatos de los que está compuesto el producto penetran en el cuerpo del insecto y acceden a la membrana celular para controlar el insecto a través de múltiples mecanismos (haciendo imposible el desarrollo de cualquier tipo de resistencia por parte del insecto). **El modo de acción de RELEVANT todavía no está completamente definido, Rothamstead Research Institute** en Inglaterra, tiene actualmente en proceso esta investigación que concluirá en la primera mitad de 2017.

Las conclusiones preliminares de este trabajo de investigación que Rothamstead Research Institute está llevando a cabo nos permiten hacer las siguientes afirmaciones:

- *El producto penetra en la célula a través de los canales de iones.*
- *Esto interfiere con la actividad de la PGP modulando la ATPasa causando la disrupción funcional de la célula y su muerte.*
- *Como consecuencia de la disrupción funcional de la célula la integridad de los canales de iones se ve comprometida dando lugar a la salida/liberación de los contenidos celulares.*
- *El ingrediente activo inhibe el sistema de desintoxicación del insecto (esterasas y enzima P450). Esto impide al insecto metabolizar correctamente lo que ingiere. Solo son inhibidos esos enzimas presentes en los insectos fitófagos.*

Cabe señalar que para obtener buenos controles sobre las plagas objetivo se tiene que poner en contacto el producto con ellas. Si los insectos objetivo están en contacto con la dosis óptima del producto, se pueden controlar en un período de 48 horas. Si por el contrario, solo les llegan dosis menores a la óptima, morirán en un período más largo de tiempo. Con calor el tiempo periodo de eficacia puede acortarse.

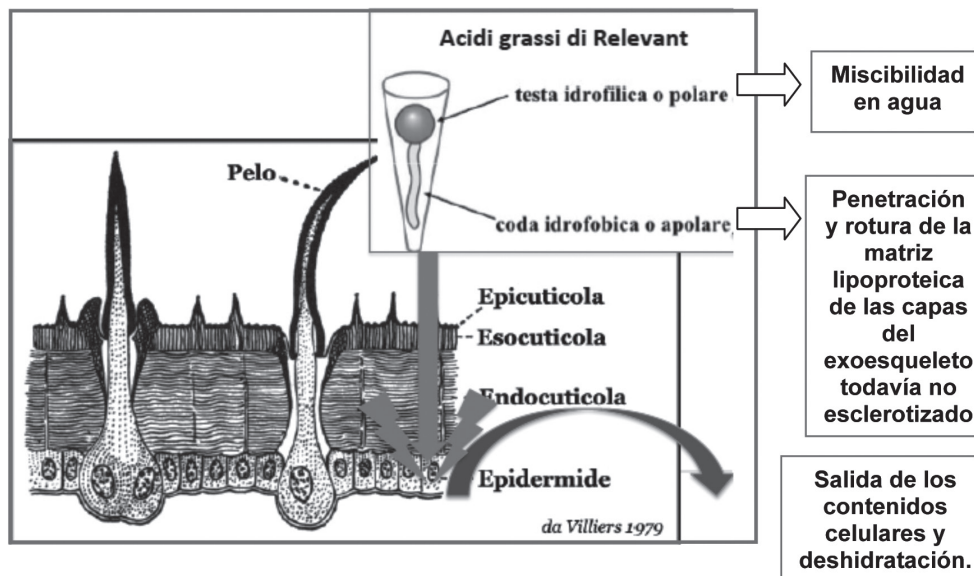


Figura 1. Modo de Acción conocido de RELEVANT. (A completar con el proyecto de investigación que está llevando a cabo actualmente Rothamstead Research Institute)

Inmaduros y adultos de insectos y arañas:

Aquellas plagas que se traten a la dosis completa del producto morirán rápidamente. Una dosis baja del producto permitirá controlar la plaga, pero más lentamente.

Huevos

La actividad en el control de huevos se observa como una disminución de las poblaciones de los siguientes estadios. RELEVANT parece interferir en el metabolismo celular y la hormona del crecimiento inhibiendo la eclosión de huevos y las mudas ninfales.

Se han evaluado reducciones del número de huevos, a los 3 días de la aplicación a dosis de etiqueta con RELEVANT en varios ensayos para el control de moscas blancas, arañas y psílidos. La sustancia activa puede también mostrar actividad sobre los estados inmaduros de otro tipo de insectos, que no son típicamente clasificados como de "cuerpos blandos".

Compatibilidad con OCBs y polinizadores naturales

Numerosos tests de laboratorio, campo y semi campo han demostrado que RELEVANT es respetuoso/compatible con OCBs y polinizadores naturales, esto se puede atribuir a que debido a la diferencia de dieta, estos organismos requieren un grupo de enzimas metabólicas distintas.

Posibles efectos secundarios

RELEVANT puede evidenciar efectos curativos sobre fases postinfeccionales iniciales de varios hongos, como oídio y botritis, en cultivos como tomate, fresa, viña y flor cortada como la rosa. Este modo de acción todavía está por conocer y explicar totalmente pero podría ser similar al expuesto anteriormente. Los carboxilatos pueden disolver y romper las capas externas de las células de los hongos. El modo de acción del RELEVANT disuelve la "melaza" además de prevenir la formación "negrilla" y evitar que ésta se extienda por la superficie de hojas y frutos. Este hecho previene el desarrollo de hongos saprófitos impidiendo la depreciación de la producción y protegiendo la vida útil en post cosecha de la producción.

ESPECTRO DE ACCIÓN

RELEVANT® posee una excelente eficacia para combatir muchas especies fitófagas: áfidos, moscas blancas, tripsidos, ácaros, psílidos, cicadélidos y cochinillas.

REGISTRO RELEVANT®: CONDICIONES Y USOS SOLICITADOS.

A continuación se detalla la GAP (Good Agricultural Practice), condiciones y usos solicitados de RELEVANT® en España a través del proceso de autorización de registro en base al registro zonal obtenido en Francia. Se indican usos, dosis máximas, número de aplicaciones y plazos de seguridad solicitados.

Cultivo	Plaga	Dosis**	Nº máx. Aplic.	P.S.
Tomate* Berenjena*	Mosca Blanca Ácaros Afidos	1-2%	5 invernadero 1 aire libre	0
Pepino Calabacín	Mosca Blanca Ácaros Afidos	1-2%	5 invernadero	0
Fresa	Mosca Blanca Ácaros Afidos	1-2%	5 invernadero	0

*Tomate y Berenjena al aire libre e invernadero. Resto de cultivos solo invernadero.

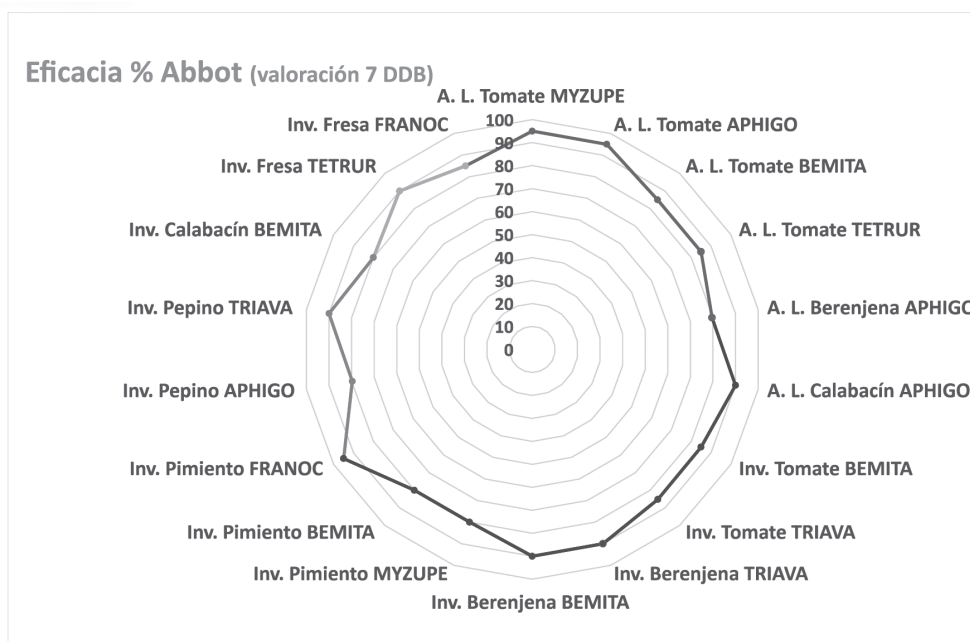
**Dosis máxima por aplicación: 16 l/ha (invernadero); 20 l/ha (aire libre).

En la actualidad SIPCAM IBERIA, se encuentra en proceso de desarrollo de otros usos, en otras plagas y también en otros cultivos para solicitar ampliaciones de uso una vez se obtenga el registro. Esta misma formulación de RELEVANT® ya está registrada en Italia desde 2009 con un rango más amplio de autorizaciones en cuanto a cultivos y plagas (principalmente áfidos y psílidos en frutales de pepita y cicadélidos en viña).

EXPERIMENTACIÓN Y DESARROLLO

Los resultados que aquí se recogen se han obtenido en ensayos llevados a cabo en España, Italia y Grecia entre los años 2010 y 2014. Cerca de 120 ensayos GEP han sido llevados a cabo en diferentes países del sur de Europa evidenciando que los niveles de control que se alcanzan con RELEVANT® son equivalentes a los estándares químicos existentes en la actualidad en el mercado.

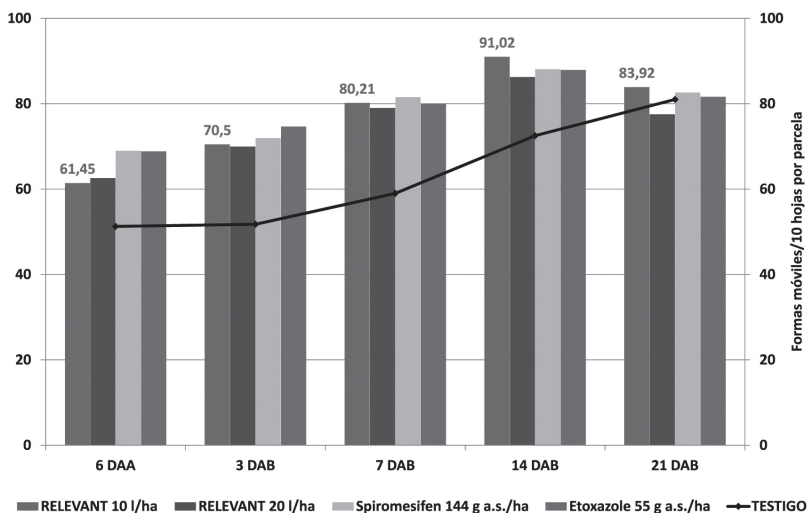
Gráfica Resumen- Media ensayos de Eficacia RELEVANT® en diferentes cultivos hortícolas y plagas. (2 aplicaciones a 10 l/ha con cadencia de 7 días en compatibilidad con control biológico)



Inv.: Invernadero; A.L.: Aire Libre

Fresa en túnel (var. Camarosa).

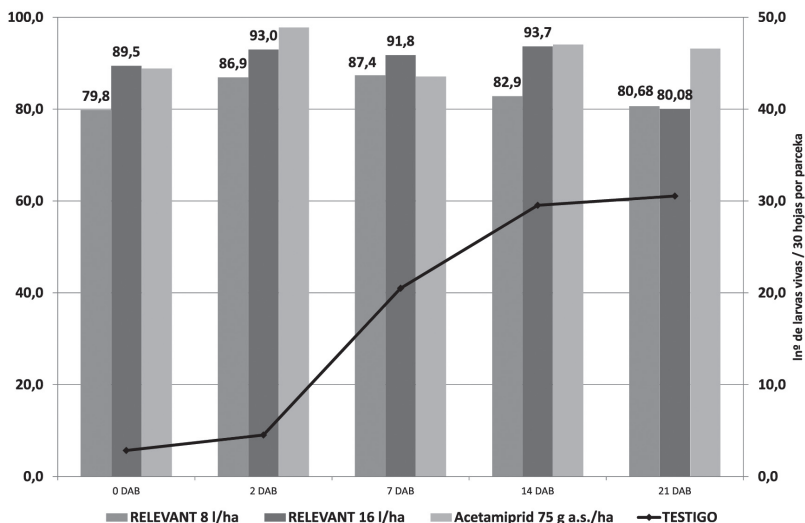
% Eficacia (Henderson-Tilton) sobre control de *Tetranychus urticae*.
(2 aplicaciones con cadencia de 7 días)



Sin diferencias estadísticas entre tratamientos pero sí de todos con respecto al testigo.

Tomate en invernadero (var. Roque).

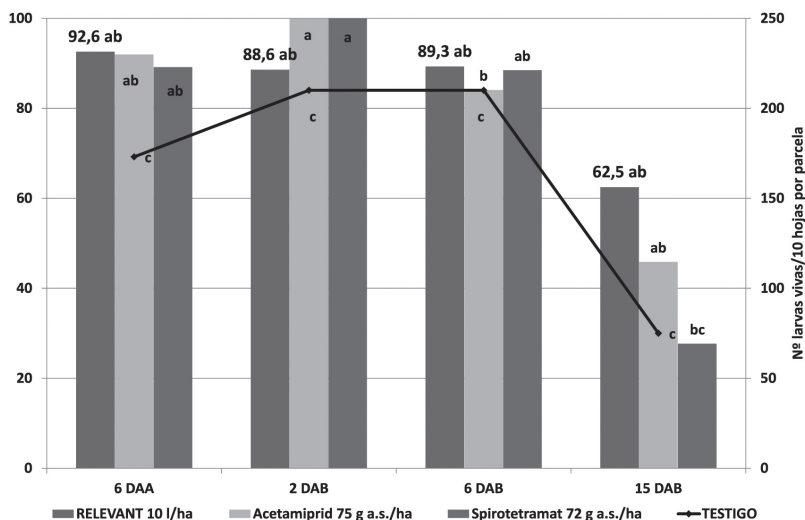
% Eficacia (Abbott) sobre control de larvas de *Bemisia tabaci*.
(2 aplicaciones con cadencia de 7 días)



Sin diferencias estadísticas entre tratamientos pero sí de todos con respecto al testigo.

Calabacín en invernadero (var. Jumbo).

% Eficacia (Abbott) sobre control de larvas de *Trialeurodes vaporariorum*.
(2 aplicaciones con cadencia de 7 días)



FITOTOXICIDADES Y COMPATIBILIDAD EN MEZCLAS

Pueden influir varios factores en la selectividad del formulado con el cultivo tales como el desarrollo vegetativo, la temperatura, intensidad luminosa, pH y por supuesto las mezclas con otros productos en el tanque de aplicación. De las cerca de 30 mezclas aplicadas en campo en diferentes cultivos con **RELEVANT®** al 2% en solo una de ellas se ha reportado fitotoxicidad al cultivo (Thiopron Azufre mojable 6%) (los azufres mojables requieren especial atención en condiciones de altas temperaturas).

Es importante señalar que se ha probado la mezcla de RELEVANT® y fitotoxicidad en cultivos hortícolas (tomate y pepino en protegido) con productos de SIPCAM IBERIA habitualmente usados en hortícolas como son; ARAW®, fungicida antibotrófico natural (Eugenol 3,3% p/v, Geraniol 6,6% p/v, Timol 6,6% p/v CS), SUFREVIT, fungicida-acaricida de contacto (Azufre 80% SC), ELIO®, fungicida antioidio (Ciflufenamid 10% p/v SC), ALIGN®, insecticida de origen vegetal regulador de crecimiento (Azadiractin 3,2% p/v EC) y EPIK®, insecticida sistémico (Acetamiprid 20% p/p SP) siendo todos ellos compatibles, en la condiciones que se ha probado (respetando las buenas prácticas agrícolas e indicaciones de las etiquetas de los respectivos formulados), sin causar ninguna fitotoxicidad al cultivo, aplicados a las dosis más altas de todos ellos.

Cabe señalar que se debe prestar atención cuando se realizan más de 3 tratamientos con cadencia semanal y si el pH del caldo es inferior a 8.

Compatibilidad física

Se han realizado aproximadamente cerca de 70 mezclas físicas de **RELEVANT®** a su dosis máxima, 2%, con los productos fitosanitarios usados habitualmente en hortícolas, insecticidas de origen natural y de síntesis así como fungicidas orgánicos y de síntesis, y todas ellas han mostrado compatibilidad físico-química. **Solo se han reportado floculaciones en diferentes formulaciones de *Bacillus thuringiensis*, de diferentes variedades, alguna mezcla con sulfatos de cobre así como con alguna formulación de azufre mojable (compatible con SUFREVIT). Con lo cual recomendamos prestar especial atención si se desea realizar este tipo de mezclas.**

POSICIONAMIENTO TÉCNICO- ESTRATEGIAS DE EMPLEO Y NORMAS DE USO.

ORDEN DE ENTRADA DE LOS PRODUCTOS EN LA CUBA

Mezcla productos sólidos: Siempre que las materias activas sean compatibles, la mezcla no conlleva ningún tipo de problema.

Mezcla productos líquidos: El orden de introducción en mezclas entre un concentrado soluble (SL) y una suspensión concentrada (SC), debe determinarse mediante una prueba previa. Siempre que intervenga una emulsión concentrada (EC) debe añadirse en último lugar.

Mezcla producto líquido y producto sólido: Añadir siempre en primer lugar el producto sólido para ponerlo en suspensión y a continuación el producto líquido. Deben evitarse la mezcla de polvos mojables (WP) y emulsiones concentradas (EC) si no se tiene experiencia previa.

Algunos abonos foliares y nutrientes modifican notablemente el pH del caldo. En este caso hay que poner primero este tipo de producto, posteriormente corregir el pH del caldo hasta llevarlo a la neutralidad y luego seguir esta secuencia.

PRIMERO



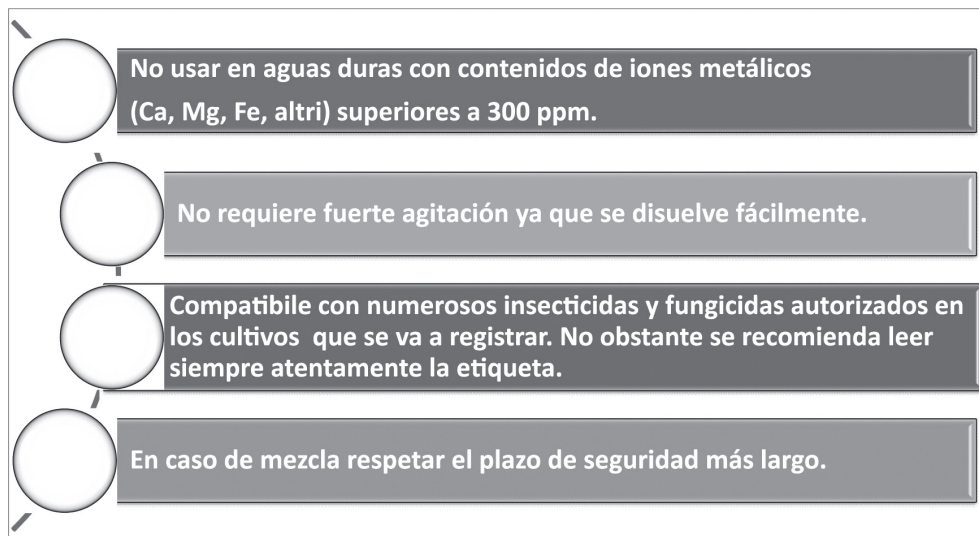
ÚLTIMO

- Reguladores de pH**
- Bolsas hidrosolubles (WSB)**
- Gránulos solubles (SG)**
- Gránulos dispersables (WG)**
- Polvos mojables (WP)**
- Suspensiones Concentradas (SC, Flows)**
- Suspensiones Encapsuladas (CS)**
- Suspensiones Concentradas Oleosas (OD)**
- Emulsiones (EW, EC, ME)**
- Surfactantes / Mojantes**
- Líquidos Solubles (SL)**
- Abonos Foliares**
- Líquidos Antideriva**




Se recomienda respetar el orden de entrada de los productos en la cuba, recordamos que **RELEVANT®** es una emulsión de aceite en agua (EW) que se disuelve fácilmente sin necesidad de agitación:

El pH del Relevant a 20 ° C es de 8,8 con lo cual dependiendo del pH del agua habrá que acidificar o no también el caldo con un regulador de pH, como por ejemplo el BB5. Verificar con un pHmetro cómo sube el pH del caldo al acidificar con BB5.



- **Dosis recomendada 1% - 2% (1000 – 2000 ml/ha)**
- **La dosis recomendada para infestaciones normales es de 1%** sin superar la Dosis máxima por aplicación: 16 l/ha (invernadero); 20 l/ha (aire libre).
- **Es muy importante aplicar al detectar la presencia de plaga o primeras colonias para obtener los mejores resultados.**
- Realizar varias aplicaciones del producto solo o en alternancia con otros insecticidas registrados, respetando el número máximo (5 para invernadero) en función de la presión de plaga.
- En mezcla con otros insecticidas para reducir el número de sustancias activas aplicadas ya que está exento de LMR. (Food chain)
- Se puede aplicar a lo largo de todo el ciclo de cultivo incluso cerca de cosecha (PS solicitado 0 días)
- No se requiere regulador de pH salvo que las aguas lo requieran, al igual que el uso de mojante, que será facultativo y en función del tipo de cultivo tratado.

RESUMEN

- Demostrada eficacia sobre las plagas objetivos
- Derivado de subproductos obtenidos en la molienda del aceite de oliva: Origen 100% vegetal.
- Apto para su uso en Agricultura Ecológica
- Idóneo para su uso estrategias de producción "Residuo Zero"
- Exento de LMR
- Compatible con OCB´s
- Respetuoso con Polinizadores naturales
- Solicitado en el Registro 0 días de P.S.
- Compatible en mezclas físicas y fitotoxicidad al cultivo con otros insecticidas y fungicidas de diversa índole-
- Mínimo periodo de re-entrada (una vez se seca el producto en la planta tras la aplicación)
- Selectivo con los cultivos en los que estará registrado
- Su modo de acción, que lo convierte en una herramienta para ser incluida en programas de control anti-resistencias.

No deja residuos

Exento de LMR

Re-entrada
Después del secado
del formulado

Se puede usar
durante todo el
ciclo del cultivo

FLUDIOXONIL, INNOVACIÓN EN LA PROTECCIÓN CONTRA LAS ENFERMEDADES DE CONSERVACIÓN EN FRUTALES DE PEPITA.

Maria do Carmo Pereira
Asset Manager Fungicidas - Syngenta España S.A.

IMPORTANCIA DE LAS ENFERMEDADES DE CONSERVACIÓN.

Un importante porcentaje de las manzanas y peras que se producen en España se conservan en cámaras durante 9-12 meses. Las enfermedades post-cosecha son un factor limitante para la conservación de las frutas y las pérdidas causadas por estos hongos, si no se hace un buen manejo, pueden alcanzar el 50-60%. *Penicillium spp.*, *Gloeosporium spp.*, *Alternaria spp.*, *Botrytis spp.*, *Rhizopus spp.*, *Monilinia spp.* y *Venturia spp.* son los principales hongos patógenos responsables de estas enfermedades que suelen desarrollarse durante el almacenamiento (aunque la infección en muchos casos procede del campo y se produce en los días previos a la recolección) o durante la recolección (a través de las heridas y rozaduras causadas a la fruta como vía de entrada). Por ello, una buena protección estos momentos es fundamental.

GEOXE® NUEVA SOLUCIÓN FUNGICIDA DE APLICACIÓN PRE-COSECHA

GEOXE® es un nuevo fungicida formulado como gránulo dispersable en agua (WG) que contiene un 50% p/p de fludioxonil desarrollado por Syngenta y que aplicado antes de la cosecha de manzanas y peras, evita las pudriciones y pérdidas causadas por hongos en el cultivo durante la cosecha y la post-cosecha, aumentando la durabilidad y manteniendo la calidad y sanidad de los frutos durante la comercialización.

Fludioxonil pertenece a la familia química de los fenilpirroles, compuestos de síntesis derivados del pirrolnitrin, agente anti-fúngico de origen natural que es segregado por algunas bacterias del género *Pseudomonas*. El fludioxonil estimula la síntesis de glicerol, compuesto encargado de regular la presión osmótica intercelular (Figura 1).

La actividad de Fludioxonil es por contacto, con gran persistencia y buena respuesta frente al lavado.

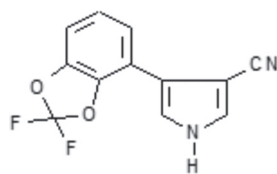


Figura 1. Molécula de Fludioxonil.

GEOXE® presenta baja toxicidad (Clasificado por la EPA americana como fungicida "Reduced Risk") EPA da esta clasificación basada en características tales como baja toxicidad para humanos y organismos no objetivo, bajo riesgo de contaminación de aguas subterráneas, bajo potencial para seleccionar cepas resistentes, eficacia demostrada, y compatibilidad con el manejo integrado de plagas. No obstante es imprescindible seguir todas las recomendaciones de uso que se indican en la etiqueta del producto.

MODO DE ACCIÓN DIFERENTE CON UN SOLO INGREDIENTE ACTIVO

Fludioxonil, ingrediente activo **GEOXE®**, presenta un modo de acción único y diferente, introduce una nueva familia química, dando sostenibilidad a la estrategia de control de enfermedades pre y post-cosecha.

A nivel bioquímico Fludioxonil interfiere en la catalización de la fosforilación de la enzima reguladora de la síntesis del glicerol, compuesto que se encarga de regular la presión osmótica intercelular a través de los procesos de intercambio de la membrana plasmática. De esta forma, la enzima reguladora no se desactiva y se estimula la síntesis del glicerol que, al acumularse, produce una hipertrofia que acaba destruyendo las células del hongo (Figura 2).

A nivel biológico lo que sucede es que el fludioxonil provoca la inhibición de la germinación de las esporas, inhibiendo además la elongación del tubo germinativo en la superficie de la planta (Figura 3).

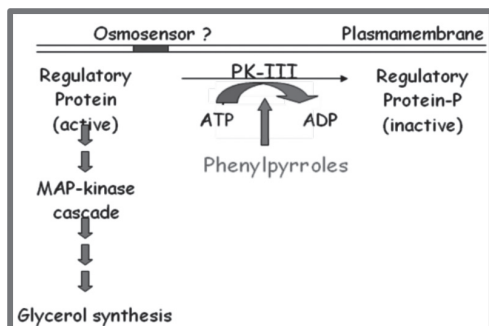


Figura 2. Modo de acción de fludioxonil (Fuente: Pillonel & Meyer. 1997 Pesticide Sci. 49:229-236)

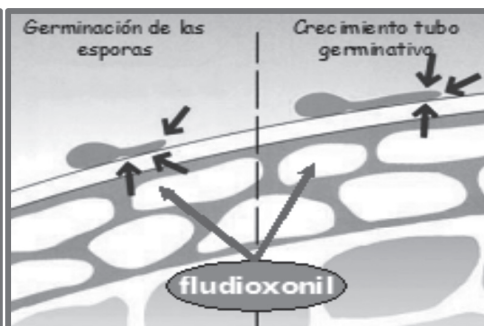


Figura 3. Momentos de actividad de fludioxonil.

MANEJO DE RESISTENCIAS EN LAS ENFERMEDADES POST-COSECHA

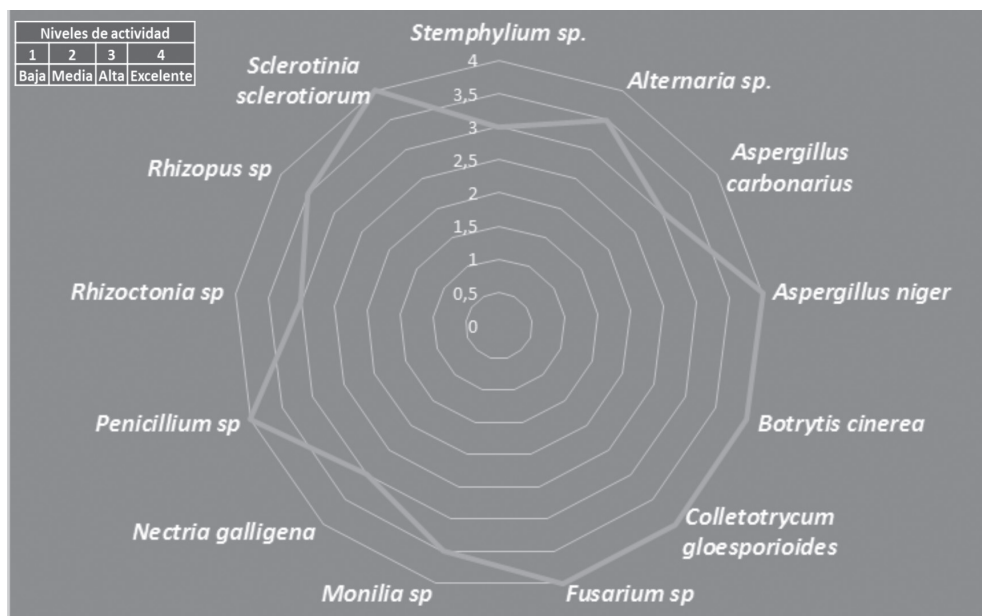
Fludioxonil es considerado de riesgo bajo a medio en el desarrollo de resistencias según la FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), como tal **GEOXE®** es muy robusto frente a la aparición de resistencias. Aun así se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- El manejo de resistencias debe comprender el conjunto de acciones en campo + almacén.
- El manejo de las enfermedades post-cosecha debe comenzar en el campo, así una fruta recolectada sana, sin presencia de inóculos y sin heridas tiene unas mayores probabilidades de conservarse sana durante el periodo de manipulación, transporte y distribución.
- Realizar las prácticas culturales evitando las heridas y rozaduras a los frutos, tomando especial precaución durante la recolección y transporte.
- Quitar los frutos podridos para evitar que entren en el almacén y nunca llevar los destríos del almacén al campo son una fuente de inóculo.
- La limpieza y desinfección es clave también en el almacén, para reducir las contaminaciones y utilizar en la recolección envases limpios y desinfectados.
- Prevenir el establecimiento de los patógenos sobre el fruto utilizando un programa fungicida efectivo y sostenible, siguiendo las recomendaciones de la FRAC.

GEOXE®, ESPECTRO ACTIVIDAD

Fludioxonil presenta un amplio espectro con alta actividad contra numerosas especies de hongos entre las que también se encuentran los más importantes que suelen atacar durante la conservación y durante la comercialización (gráfico 1).

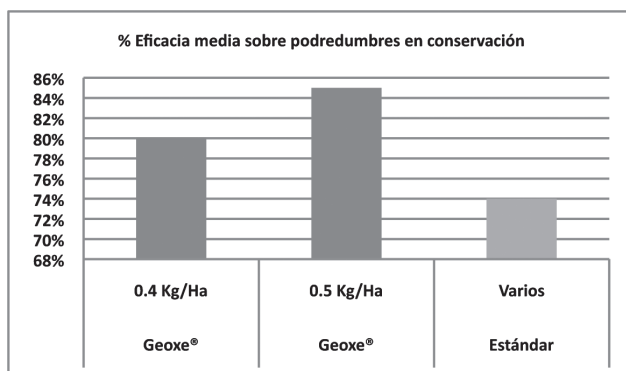
Gráfica 1 Espectro de actividad de Fludioxonil



GEOXE®, ENSAYOS DE EFICACIA

Se han realizado más de 22 ensayos para argumentar y soportar el registro de **GEOXE®**. Adicionalmente en los últimos años previos a la recolección se han hecho ensayos comparativos con otros estándares, de programa de cultivo, efecto pre/post cosecha y en colaboración con organismos oficiales.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados con el objetivo de evaluar la eficacia de **GEOXE®** contra las enfermedades post-cosecha con las aplicaciones de campo previas a la recolección.



% eficacia Geoxe®

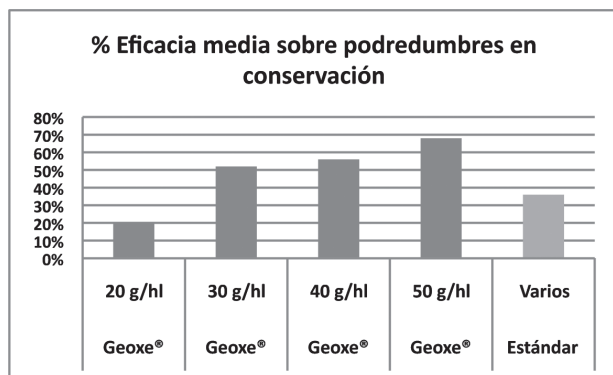
Eficacia media de 3 ensayos en comparación directa.

Promedio de ataque en testigo de 6 frutos sobre 40.

2 aplicaciones previas a recolección.

Conservación de 3 a 6 meses en cámara.

Hongos encontrados (*Penicillium sp.*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria*)

**% eficacia Geoxe®**

Eficacia media de 16 ensayos.

Promedio de ataque en testigo de 10 frutos sobre 81.

1-2 aplicaciones previas a recolección.

Conservación de 3 a 6 meses en cámara.

Hongos encontrados: *Penicillium sp.*,
Gloeosporium sp., *Cladosporium*,
Botrytis cinerea, *Alternaria* y
Stemphylium vesicarium.

APLICACIONES AUTORIZADAS, DOSIS Y MÉTODO DE APLICACIÓN

GEOXE® es un fungicida autorizado *contra Alternaria, Gloeosporium y Penicillium* en España en manzano y peral con las dosis y recomendaciones que se indican en la siguiente tabla.

Producto	Cultivos autorizados	Enfermedades post-cosecha	Dosis	Plazo seguridad	Nº máx. aplicaciones/año	Intervalo mínimo	Volumen de caldo
GEOXE®	Peral y manzano	Alternaria, Gloeosporium, Penicillium.	40-50 g/Hl	3 días	2	7 días	800 a 1.100 l/ Ha

Tabla 1. Autorización de GEOXE®

GEOXE® debe ser aplicado en pulverización foliar normal procurando mojar bien toda la superficie del fruto. La eficacia depende en gran parte de la buena cobertura de la aplicación.

Realizar 1 o 2 aplicaciones a intervalo de 7 días, cuando estemos cercanos a la recolección, guardando los 3 días de plazo para la recolección.












GEOXE® está registrado en un gran número de países lo que hace que los frutos tratados sean fácilmente exportables con pocas barreras de para la exportación de frutas españolas.



Figura 3. Países con tolerancias de importación de Fludioxonil (áreas coloreadas)

PROGRAMA DE TRATAMIENTO CON GEOXE® EN FRUTALES DE PEPITA

Realizar un máximo de 2 aplicaciones consecutivas con un mismo modo de acción y alternar con los diferentes modos de acción que hayan autorizados en el cultivo.

	Moteado Oídio	Moteado Oídio	Moteado Oídio	Enfermedades de conservación	Enfermedades de conservación
 Cuprocol®					
	 Chorus®	 Score 25EC®	 Score 25EC®	 Geoxe®	
	 Topas 200 EW	 Ateni®	 Cidely®		 Scholar®
		 Thiovit Jet®	 Thiovit Jet®		

CONCLUSIONES

GEOXE® en aplicación pre-cosecha ofrece múltiples beneficios para el agricultor, aplicador, comercializador y consumidor:

Único modo de acción, introduce una nueva familia química que da sostenibilidad a la eficacia de la estrategia fungicida en frutales.

Larga protección contra un amplio espectro de hongos pre y post-cosecha desde el campo, durante la conservación y durante la comercialización.

Buen perfil toxicológico frente auxiliares, manteniendo la biodiversidad.

Un solo ingrediente activo y de baja toxicidad (Clasificado por la EPA americana como fungicida "Reduced Risk"*) ambas cosas ayudan a cumplir las exigencias de los comercializadores.

Amplio margen de LMRs y facilidad para la exportación de frutas tratadas debido a que hay tolerancias de importación en muchos países.

Reducción del inoculo de patógenos desde el campo y antes de la recolección del fruto y barrera de protección real antes de la infección que da protección durante todo el proceso de conservación frigorífica.

En resumen, con **GEOXE®** se puede proteger las cosechas de manera fácil desde el campo y llegar al mercado manteniendo la máxima calidad y sanidad de los frutos.

RECOMENDACIONES BASF PARA LA ROTACIÓN DE CULTIVOS Y SUS BENEFICIOS EN LA PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS DE LOS HERBICIDAS

Dra. Silvia Martínez Barrachina

Responsable de Marketing para Cultivos Extensivos de BASF Española.

¿QUÉ ES LA ROTACIÓN DE CULTIVOS?

La rotación de cultivos es una práctica que aporta múltiples beneficios para el medioambiente y para el agricultor.

La rotación consiste en la alternancia de cultivos, con diferentes características agronómicas, sobre una misma parcela durante ciclos sucesivos.

Esta variación en el tipo de cultivo optimiza el aprovechamiento de los recursos disponibles (agua, nutrientes,...) y permite una gestión más sostenible de las malas hierbas, enfermedades y plagas que pueden interferir con el correcto desarrollo de los cultivos.

LA ROTACIÓN DE CULTIVOS Y SUS BENEFICIOS EN EL CONTROL DE MALAS HIERBAS

El **control de malas hierbas** es de gran importancia para obtener cultivos de calidad con su máximo potencial de rendimiento y prevenir el desarrollo de plagas y enfermedades. Como explica el HGCA en su guía sobre el manejo de malas hierbas en cultivos extensivos¹, y debido al número cada vez más limitado de materias activas, es necesario gestionar la posibilidad de **aparición de resistencias** a los herbicidas a través de **la rotación de cultivos**.

La Gestión Integrada de Malas Hierbas (GIMh)² implica el uso de diferentes **estrategias de control (tanto físicas, químicas, culturales como biológicas)** de una forma integrada con el objetivo de reducir y mantener la presión de malas hierbas bajo el umbral económico *del cultivo* y sin efectos adversos para el medioambiente. Desde el 1 de enero de 2014, *la Directiva Europea de Usos Sostenibles de pesticidas (2009/128/EC)* pide a los agricultores adoptar la GIMh², en la que se priorizan, siempre que sea posible, los métodos no químicos para la protección de los cultivos.

De este modo, el control de malas hierbas es algo más que el uso de herbicidas. Hay muchos factores que determinan la incidencia de las malas hierbas, y su gestión efectiva en los cultivos requiere de la integración de todos ellos:

- Escoger el cultivo y la rotación
- Labores
- Fecha de siembra
- Competencia del cultivo
- Selección de los herbicidas y fecha de aplicación
- Estrategias de control temprano de malas hierbas
- Condiciones medioambientales

Otras estrategias y métodos de control recomendados^{3,4} son: el empleo de maquinaria limpia, uso de semillas certificadas y manejo de la vegetación de los márgenes.

BENEFICIOS DE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS

La FAO^c recomienda la rotación de cultivos.

Los principales beneficios para el agricultor y el medio ambiente son:

Beneficios para el Medio Ambiente	Beneficios para el Agricultor
Una mayor diversidad en la producción vegetal y, por lo tanto, en la nutrición humana y animal	Diversificar la oferta y no poner el peso de la explotación a un solo cultivo
Reducción, y menor riesgo, de ataques de enfermedades , plagas y mala hierbas	Un control más sostenible de enfermedades, plagas y malas hierbas: más sencillo y económico para el agricultor.
Mejora la estructura del suelo gracias a la diferente morfología de la raíz de los distintos cultivos (varias formas, tamaños y profundidades)	Reducción de las labores mecánicas para la preparación del suelo y de sus costes
Mejora la distribución del agua y los nutrientes a través del perfil del suelo	Mejor gestión de los recursos , consiguiendo cultivos más uniformes y mejores, con un sustancial ahorro de insumos.
Incremento de la fijación del nitrógeno gracias a la interacción entre los microorganismos del suelo y la raíz del cultivo. Ésto ofrece un mejor equilibrio de N/P/K, tanto de las fuentes orgánicas como minerales	Generación de recursos por la introducción de las leguminosas en la alternativa
Incremento del contenido de materia orgánica del suelo	Suelo más fértil

La rotación de cultivos
diversifica el riesgo
de inversión por parte del
agricultor



^c Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Ejemplo de programa de rotación y sus beneficios

Si nos enfocamos en las rotaciones dentro de los cultivos extensivos de secano, existen muchas combinaciones de rotación posibles que podríamos recomendar. Un ejemplo que aprovecha los beneficios mencionados es el siguiente:

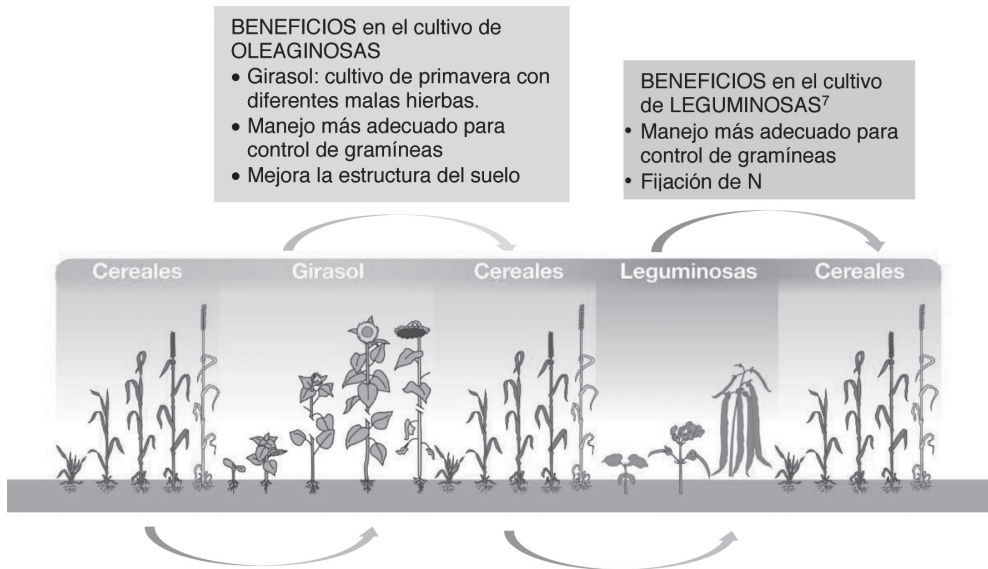


^d Colza y Girasol

En este ejemplo vemos como en un periodo de 5 años, el cereal es el cultivo principal que estará en la parcela durante 3 años y los cultivos de oleaginosas y leguminosas se alternarían entre el cereal los otros 2 años. El orden de los dos cultivos alternativos (Leguminosas/Oleaginosas) y la especie a sembrar, sería una decisión del agricultor.

En la Figura 1 podemos ver los beneficios que aporta cada cultivo, al hacer la rotación con otro cultivo alternativo.

Figura 1. Ejemplo de programa de rotación y sus beneficios en la rotación de Cereales, Oleaginosas y leguminosas



LA ROTACIÓN DE CULTIVOS Y SUS BENEFICIOS EN LA PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS

La problemática de las malas hierbas aumenta con la presencia de **biotipos resistentes** a herbicidas (p.e. *Papaver rhoeas*, *Avena sterilis* o *Lolium rigidum*). Por eso, para programas de control sostenibles, la SEMH⁵ y el INIA⁶ recomiendan, además de **la rotación de cultivos** (para disponer de diferentes opciones de escarda) y **la rotación de prácticas culturales** (para reducir la dependencia a los herbicidas), **la rotación del modo de acción de los herbicidas** para reducir la probabilidad de resistencias a un grupo de productos.

La rotación de los cultivos permite un empleo más amplio de productos fitosanitarios, introduciendo así modos de acción diferentes, lo que minimiza el desarrollo de resistencias y facilita el control de malas hierbas.

En los últimos años, investigadores de renombre han llevado a cabo muchos estudios sobre estrategias de control de especies que están desarrollando resistencia como *Bromus Diandrus*⁸, *Papaver rhoeas*, *Avena sterilis* o *Lolium rigidum*^{4,9}.

Desde BASF, queremos apoyar estos trabajos e investigaciones que van a favor de una agricultura sostenible con claros beneficios a medio-largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

¹ HGCA, AHDB. Managing weeds in arable rotations-a guide. 2014

² Jordi Recasens, *Catedrático de Malherbología, Universitat de Lleida, Vida Rural* N°418, pág. 28-33

³ Cesar Fernandez-Quintanilla; Jose Dorado, *Instituto de Ciencias Agrarias, CSIC. Vida Rural* N°418, pág. 34-39

⁴ A Taberner, JM Montull, JM Llenes, *Agricultura/Sept* 12, pág. 592-596

⁵ SEMH Sociedad Española de Malherbología

⁶ INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentación

⁷ Luis López-Bellido· Verónica Muñoz Romero, Purificación Fernández García, *Dpto. Ciencias y Recursos Agrícolas Y Forestales, Universidad de Córdoba, Vida Rural* N°416, pág. 44-50

⁸ JM Montull, A Taberner, *Tierras* N° 218, pág. 52-55

⁹ A Cirujeda, A Marí, J Aibar, A Taberner, JM Montull, JM Llenes, *Agricultura/Sept* 14, pág. 600-606

T34 BIOCONTROL ®: NUEVO BIOFUNGICIDA PARA SANIDAD VEGETAL

Dra. M^a Isabel Trillas

Profesor Titular Fisiología Vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Socio y Asesor Científico de Biocontrol Technologies, S.L.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los microorganismos agentes de control biológico los han descubierto y patentado investigadores de Universidades y Centros de Investigación y en nuestro caso también fue de esta forma. Así en evaluar la supresividad natural de un compost procedente de la recogida selectiva de basuras del área metropolitana de Barcelona mezclada con restos de poda urbana, aislamos una cepa de *Trichoderma*, la número 34 que en concentraciones elevadas de *Fusarium oxysporum* (5×10^5 ufc/ml sustrato) reducía mejor la fusariosis vascular del tomate que el propio compost formulado de donde se había aislado (figura 1), parte de estos resultados están recogidos en Coxtarrera et al. 2002. Como otras cepas de *Trichoderma* descritas en la bibliografía T34 también muestra actividad supresora frente a *Rhizoctoniasolani*, mejorando de manera significativa la eficacia de compost moderadamente supresores a este patógeno (Trillas et al. 2006). En el año 2004 se obtiene la patente de este microorganismo en España (ES 2 188 385 B1) y posteriormente en Europa (EP 1 400 586 B1) y Estados Unidos (US 7,554,657 B2). La patente de estos microorganismos es útil para proteger la propiedad, sobre todo durante el desarrollo del producto, pero en ningún caso es un requisito del Registro Fitosanitario.

DESARROLLO DE UN FITOSANITARIO BIOLÓGICO

En nuestro caso no decidimos licenciar ni vender la patente, sino que optamos por continuar el desarrollo del microorganismo con la creación de *laspin off*. Los motivos fueron diversos, uno de ellos para tener la seguridad que pudiese llegar al mercado, también la confianza en el aislado y en el propio control biológico de las enfermedades de los cultivos, como una herramienta eficaz, inocua para la salud y respetuosa con el medio ambiente, muy apropiado para una agricultura del siglo XXI.

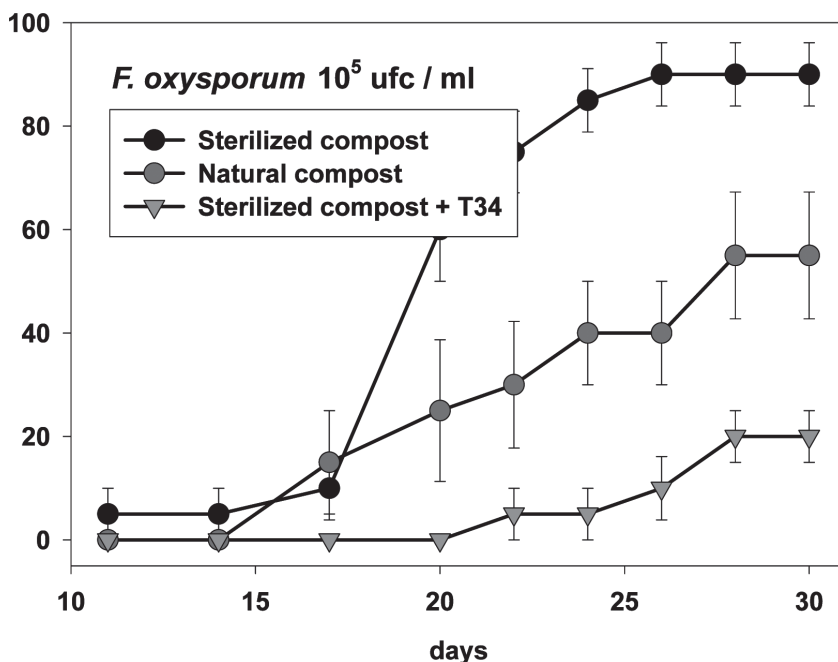


Figura 1. Incidencia de enfermedad (%) en plantas de tomate cv. Roma frente a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Círculo negro: Compost (compost de residuos sólidos municipales mezclados con perlita y vermiculita (2:1:1, v/v)), esterilizado (autoclavado) al que se habían eliminado los microorganismos. Círculo rojo: Compost natural (sin autoclavar). Triángulo verde: Compost esterilizado al que se añadió *Trichoderma asperellum* cepa T34, aislada del propio compost natural.

Es cierto que desconocíamos el esfuerzo que representa el proceso de Registro sobre todo en Europa, además hemos de añadir la limitación de recursos que se ha sufrido con la crisis económica. Todo el equipo científico reconocía la esencialidad de este proceso para asegurar tanto la protección sobre la salud y el medio ambiente, como para obtener la autorización para la comercialización del producto. Intelectualmente el proceso de Registro fue muy interesante, ya que si bien muchos estudios están perfectamente pautados otros muchos han representado un desafío ya que las autoridades de Registro en Europa estaban todavía muy poco especializadas en la autorización de microorganismos, por ejemplo nuestra cepa fue el primer *Trichoderma* evaluado en el Reino Unido (nuestro país Reporter).

Si bien está reconocido que el proceso de Registro en Europa es muy costoso y largo (con la autorización primero de la materia activa y después del producto formulado) y aunque la ley contemple con las solicitudes zonales una reducción de los plazos, la realidad es otra ya que los tiempos no se cumplen, sobre todo en los países del sur de Europa, donde precisamente es más in-

interesante desde el punto de vista de producción agraria y consecuentemente de ventas.

De las 105 especies de *Trichodermas* clasificadas molecularmente, una especie produce daños en champiñones (*T. aggressivum*) y *T. polysporum*, *T. brevicompactum* y *T. longibrachiatum* producen daños en humanos inmunodeprimidos. En la industria son importante algunas cepas productoras de enzimas (*T. reesei*) y en agricultura están autorizadas distintas cepas de *T. viride*, *T. virens*, *T. polysporum*, *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. gamsii*, *T. atroviride*, *T. asperelloides* y *T. asperellum*. Algunos productos están formulados con dos cepas, otros con una. En Europa el número de productos comerciales autorizados es de 9 (tabla 1) y en Estados Unidos de 10 (4 están siendo revisados) (tabla 2). De todos estos productos autorizados 4 de ellos están autorizados tanto por la EFSA como por la EPA y entre ellos *T. asperellum* cepa T34.

Tabla 1: *Trichoderma* spp. materias activas autorizadas en EU (actualización Diciembre 2016).

http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=active_substance_selection&language=EN

Producto	Cepas	Solicitante	Distribuidor
T34 Bio-control	<i>Trichoderma aspersum</i> (T34)	Biocontrol Technologies	UK, IR: Fargro FR, BE, NE: Biobest SP, PT, IT: IQV
ESQUIVE	<i>Trichoderma atroviride</i> (I-1237)	Agrauxine	FR: Bayer
TUSAL	<i>Trichoderma atroviride</i> (T11) + <i>Trichoderma aspersum</i> (T11 or T25)	New Biotechnic	SP: Certis, Dow Agro IT: Isagro
BIOTEN/ REMEDIER /TELLUS	<i>Trichoderma aspersum</i> (ICC012) + <i>Trichoderma gamsii</i> (ICC080)	Isagro	SP: Isagro, Syngenta IT: Isagro, Gowan
BINAB TF	<i>Trichoderma atroviride</i> (IMI 206040) + <i>Trichoderma polysporum</i> (IMI 206039)	Verdera Oy	Binab
TRIANUM-P TRIANUM-G	<i>Trichoderma harzianum</i> (T22)	Bioworks	Koppert
TRICOVER	<i>Trichoderma harzianum</i> (ITEM 908)	Agrifutur	Agrifutur

XEDAVIR	<i>Trichodermaaspellerum</i> (TV1)	Agribiotech	Xeda
	<i>T. atroviride</i> SC1	Belchim	

Tabla2: *Trichoderma* spp. materiasactivasautorizadasenUSA(actualizaciónDiciembre 2016).

<http://iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=CHEMICALSEARCH:1:0:NO:1,3,21,49,101>

Cepas	Último Proceso	Nombre comercial	Distribuidor
<i>Trichodermaasperellum</i> , cepa T34	Registrado	T34	Biobest
<i>Trichodermavirens</i> cepa G-41 (12.1%) (ATCC 20906)	Registrado	Rootshield Plus (+T22)	Bioworks
<i>Trichodermahamatum</i> TH382	Registrado	Floragard	Sellewassocia-tes
<i>Trichodermaharzianum</i> Rifai (variety); KRL-AG2 (cepa)	Revisión de Registro	Rootshield, Plantshield (=T22) Trianium (G, P..)	Bioworks Koppert
Fermentaciones sólidas, seca y solubles de <i>Trichodermahar-zianum</i> maislado T-39, contien-dopropágulos del hongo T-39 como conidias o micelio	Revisión de Registro	Trichodex	MANA
<i>Trichodermaviride</i> (ATCC 20476)	Revisión de Registro	Binabbio	Binab
<i>Trichodermapolysporum</i> (ATCC 20475)	Revisión de Registro		
<i>Trichodermaasperellum</i> cepa ICC 012	Registrado	Remedier, Tenet, Bio-tam	Isagro, Sipcam, Agraquest (actualmente Bayer)
<i>Trichodermagamsii</i> cepa ICC 080	Registrado		
<i>Trichodermaasperelloides</i> cepa JM41R	Registrado	TrichoPlus	Becker Un-derwood (ac-tualmente BASF)

T. asperellum, T34, junto con otras cepas de *Trichoderma* autorizadas en EU, se consideran productos sin residuo (Regulación 396/2005). T34 Biocontrol en Estados Unidos está autorizado como fitosanitario para plantas ornamentales

contra 4 patógenos importantes del suelo: *Fusarium*spp., *Rhizoctonia*spp., *Phytophthora*spp. y *Pythium*spp., en Europa (Reino Unido, Irlanda, Francia, Bélgica, Holanda, España y próximamente en Portugal e Italia) contra *Fusarium oxysporum* en clavel (en algún país extrapolable a más ornamentales) y *Pythium aphanidermatum* (solanáceas) y en algún país también cucurbitáceas. En Egipto (estudios de eficacia desarrollados en este país) y a partir de las autorizaciones en UK y USA se ha demostrado su eficacia y se tiene autorización fitosanitaria contra *Rhizoctonia solani* en patatas, enfermedades del suelo en judías y *Botrytis cinerea* en uva de mesa. En este momento se están llevando a cabo estudios de eficacia contra otras enfermedades en distintos países y cultivos.

T. asperellum T34, está autorizado en Hungría como promotor de crecimiento en plantas de girasol al incrementar significativamente el número de semillas y cantidad de aceite/semilla.

MECANISMOS DE ACCIÓN

El género *Trichoderma* es muy versátil con un amplio espectro de acción derivado de sus múltiples mecanismos que pueden variar en función del patógeno y ser más de uno simultáneo. Afortunadamente ya no se ve a estos microorganismos como meros productores de toxinas y metabolitos secundarios, sino que son organismos complejos que pueden interactuar no sólo contra otros microorganismos (patógenos o no), sino que además pueden tener una relación estrecha con la planta mejorando su resistencia innata.

Se ha demostrado científicamente el papel beneficioso que *T. asperellum*, T34 tiene con las plantas, así aplicado en el suelo/sustrato de cultivo activa los mecanismos de defensa de las plantas a través de la ruta del ácido salicílico o jasmónico, según las concentraciones utilizadas (Segarra et al. 2006 y 2007), coloniza la rizosfera y las raíces de las plantas, y utilizando las rutas de señalización del ácido salicílico y etileno hace que las hojas de *Arabidopsis* sean más resistentes frente a la enfermedad bacteriana producida por *Pseudomonas syringae* pv. *tomate*, el oomicetobiotrófico *Hyaloperonospora parasitica* y el hongo necrotrófico *Plectosphaerella cucumerina* (Segarra et al. 2009). T34 inoculado en las raíces reduce hasta un 35% las afectaciones de severidad en tomate producidas por el hongo necrotrófico *Botrytis cinerea* (Fernández et al. 2014). Las plantas de tomate al ser infectadas sus hojas con *Botrytis cinerea* modifican su patrón de exudados en las raíces incrementando las poblaciones de T34 en la rizosfera, haciendo las hojas más resistentes frente a este patógeno (Fernández et al. en prensa).

Además en condiciones de invernadero se ve favorecido el desarrollo de las raíces, e incrementado el crecimiento de plántulas de diversos cultivos. También resulta favorecido el crecimiento, con la absorción de nutrientes en diversos tipos de suelos y cultivos (Santiago et al., 2009, 2011 y 2013). Científi-

camente se ha demostrado que T34 compite por fuente de hierro y nitrógeno (amonio) contra *Fusarium oxysporum* reduciendo su virulencia, poblaciones y consecuentemente los niveles de enfermedad (Segarra et al. 2010, Borrero et al. 2012) y es eficaz contra *Fusarium circinatum* (López-López et al. 2016) y *Phytophthora capsici* (Segarra et al. 2013), entre otros patógenos.

CONCLUSIONES

El desarrollo de microorganismos agentes de control biológico, como *T. asperellum* cepa T34 a través de un modelo de transferencia tipo *spin off* es difícil, pero ha sido posible. Las dificultades más importantes con las que se ha tenido que luchar han sido los costes económicos (obtención de suficiente financiación) y sobretodo de tiempo. Nuestro caso es similar a otros desarrollos (Menzler-Hokkanen, 2006) y estas dificultades pueden representar un freno importante en la implementación del control integrado de los cultivos en Europa.

Este desarrollo no hubiese sido posible sin la implicación de un equipo de investigadores, comprometidos con el producto y con el control biológico. Durante este camino (más de 14 años desde el aislamiento) hemos aprendido no sólo del producto, como actúa, como y cuando utilizarse, en que cantidades, ... sino también de los productores que nos han hecho posible extrapolar investigación teórica con aplicada. El desarrollo del control biológico necesita de educación/ divulgación ya que es una aproximación muy distinta al control químico, control al que los productores estaban acostumbrados.

BIBLIOGRAFÍA

- Borrero, C., Trillas, M.I., Delgado, A., Avilés, M. 2012. Effect of ammonium/nitrate ratio in nutrient solution on control of Fusarium wilt of tomato by *Trichoderma asperellum* T34. *Plant Pathology* 61: 132-139.
- Cotxarrera, L., Trillas-Gay, M.I., Steinberg, C., Alabouvette, C. 2002. Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress Fusarium wilt of tomato. *Soil Biology & Biochemistry* 34: 467-476.
- De Santiago, A., Quintero, J.M., Avilés, M., Delgado, A., 2009. Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 on iron nutrition in White lupin. *Soil Biology & Biochemistry* 41: 2453-2459.
- De Santiago, A., Quintero, J.M., Avilés, M., Delgado, A. 2011. Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 on iron, copper, manganese, and zinc uptake by wheat grown on a calcareous medium. *Plant Soil* 342: 97-104.
- De Santiago, A., García-López, A.M., Quintero, J.M., Avilés, M., Delgado, A. 2013. Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 and glucose addition on iron nutrition in cucumber grown on calcareous soils. *Soil Biology & Biochemistry* 57: 598-605.

- Fernández, E., Segarra, G., Trillas, M.I. 2014. Physiological effects of the induction of resistance by *Trichoderma asperellum* strain T34 against *Botrytis cinerea* in tomato. *Biological Control* 78:77-85.
- Fernández, E., Segarra, G., Trillas, M.I. (en prensa). The secretion pattern of root exudates in tomato plants inoculated with *Botrytis cinerea* results in higher populations of *Trichoderma asperellum* strain T34 in the rhizosphere. *Plant Pathology*.
- López-López, N., Segarra, G., Vergara, O., López-Fabal, A., Trillas, M.I. 2016. Compost from forest cleaning green waste and *Trichoderma asperellum* strain T34 reduced incidence of *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* seedlings. *Biological Control* 95: 31-39
- Menzler-Hokkanen, I. 2006. Socioeconomic significance of biological control. En: Eilenberg J. y Hokkanen, H.M.T. (Editores). *An Ecological and Societal Approach to Biological Control*, pp 13-25.
- Segarra, G., Jáuregui, O., Casanova, E., Trillas, I. 2006. Simultaneous quantitative LC-ESI-MS/MS analyses of salicylic acid and jasmonic acid in crude extracts of *Cucumis sativus* under biotic stress. *Phytochemistry* 67: 395-401.
- Segarra, G., Casanova, E., Bellido, D., Odena M.A., Oliveira, E., Trillas, I., 2007. Proteome, salicylic acid and jasmonic acid changes in cucumber plants inoculated with *Trichoderma asperellum* strain T34. *Proteomics* 7: 3943-3952.
- Segarra, G., Van der Ent, S., Trillas, I., Pieterse, C.M.J. 2009. MYB72, a node of convergence in induced systemic resistance triggered by a fungal and a bacterial beneficial microbe. *Plant Biology* 11: 90-96.
- Segarra, G., Casanova, E., Avilés M., Trillas, M.I. 2010. *Trichoderma asperellum* strain T34 controls *Fusarium* wilt disease in tomato plant in soilless culture through competition for iron. *Microbial Ecology* 59:141-149.
- Segarra, G., Avikés, M., Casanova, E., Borrero, C., Trillas, I. 2013. Effectiveness of biological control of *Phytophthora capsici* in pepper by *Trichoderma asperellum* strain T34. *Phytopathologia Mediterranea* 52: 77-83.
- Trillas, M.I., Casanova, E., Cotxarrera, L., Ordovás, J., Borrero, C., Avilés, M. 2006. Composts from agricultural waste and the *Trichoderma asperellum* strain T-34 suppress *Rhizoctonia solani* in cucumber seedlings. *Biological Control* 39:32-38.



AGRICULTURA



CONGRESOS Y JORNADAS



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL