

Europa  
*invierte en las zonas rurales*



# 15 Symposium SANIDAD VEGETAL

Sevilla | 23, 24 y 25 de enero de 2019









# 15<sup>o</sup> Symposium SANIDAD VEGETAL

Sevilla | 23, 24 y 25 de enero de 2019





**Symposium Nacional de Sanidad Vegetal (15º, 2019. Sevilla)**

15º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal: Sevilla 23, 24 y 25 de enero de 2019. Sevilla  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2017  
264 p.: Il., tab., gráf. ; 24 cm. -- (Agricultura. Congresos y jornadas)

D.L. SE 2496-2018

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 2496-2018

**15º SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL  
COMITÉ DE HONOR**

**PRESIDENCIA DE HONOR:**

**Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación**  
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

**MIEMBROS DE HONOR:**

**Consejero de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural**  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía

**Alcalde de Sevilla**  
Ayuntamiento de Sevilla

**Secretario General de Agricultura y Alimentación**  
Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

**Secretario General de Agricultura y Alimentación**  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía

**Director General de Sanidad de la Producción Agraria**  
Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

**Subdirector General de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal**  
Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

**Delegado de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural en Sevilla**  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía

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

**Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de An-  
dalucía Occidental**  
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Andalucía Occidental

**Presidente de la Fundación Caja Rural del Sur**  
Fundación Caja Rural del Sur

**Presidente de la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas**

Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA)

**Presidente de la Organización de Productores de Aceite de Oliva y Aceituna de Mesa**

Organización de Productores de Aceite de Oliva y Aceituna de Mesa (OPRA-COL)

**15° SYMPOSIUM NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL  
ORGANIZACIÓN**

Coordinador General  
**CARLOS LEÓN GARRIDO**  
Ingeniero Técnico Agrícola

COMITÉ ORGANIZADOR

**Ricardo Alarcón Roldán**  
Ingeniero Agrónomo

**Juan de Benito Dorrego**  
Ingeniero Técnico Agrícola

**Mercedes Domínguez Respaldo**  
Ingeniero Técnico Agrícola

**Alejandro Rodríguez Barea**  
Ingeniero Técnico Agrícola

**Jesús Rossi Escalona**  
Ingeniero Técnico Agrícola

**Rafael Sánchez Trujillo**  
Ingeniero Agrónomo

**Antonio Vergel Román**  
Ingeniero Técnico Agrícola

SECRETARÍA TÉCNICA

**Mariola Cía López de Lemus**

**Sandra Jordán Piñar**

**Ana M<sup>a</sup> Luque Fernández**



# ÍNDICE

## PONENCIAS MAGISTRALES:

PROBLEMÁTICA PARA LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS HERRAMIENTAS EN LA AGRICULTURA ESPAÑOLA Carlos Palomar Peñalba.....	13
REGLAMENTO 1107/2009. DISPONIBILIDAD DE SUSTANCIAS ACTIVAS – SUSTANCIAS ACTIVAS DE BAJO RIESGO José Luís Alonso Prados .....	19
SOLUCIONES Y RETOS PARA LOS AGRICULTORES EN EL USO DE FITOSANITARIOS. Juan S. Torres Domingo .....	29
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA LISTA DE PLAGAS PRIORITARIAS Rodríguez-Cerezo, E.; Sánchez, B.; Barreiro-Hurle, J.; Soto-Embodas, I. ....	41
AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES Estefanía Hinarejos Esteve .....	45
GESTIÓN DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS: RETOS ACTUALES Pablo Bielza Lino .....	83
LA RESISTENCIA DE LAS MALAS HIERBAS A LOS HERBICIDAS. CASOS PRÁCTICOS José María Montull Daniel .....	91
RESISTENCIA A MÚLTIPLES FUNGICIDAS EN BOTRYTIS CINEREA EN FRESA Dolores Fernández-Ortuño .....	107
LA AMENAZA DE ENFERMEDADES EMERGENTES: SITUACIÓN ACTUAL Y AVANCES CIENTÍFICOS EN HLB Ester Marco Noales .....	115
SITUACIÓN ACTUAL Y AVANCES EN INVESTIGACIÓN: VECTORES DE ENFERMEDADES EMERGENTES Alberto Fereres Castiel .....	137
PROYECTO INNOSETA: ACERCANDO LA CIENCIA AL CAMPO PARA UNA PROTECCIÓN DE CULTIVOS SEGURA Y SOSTENIBLE Emilio Gil Moya .....	151

LA AGRICULTURA DIGITAL Y LA SANIDAD VEGETAL DEL FUTURO Andrés Montero Aparicio .....	163
---	-----

DAFO SOBRE LA SANIDAD VEGETAL EN ESPAÑA EN EL MARCO DE LOS RETOS DE LA AGRICULTURA Ramon Albajes garcía .....	173
---	-----

## **PONENCIAS COMERCIALES:**

<b>ADAMA:</b> ISOPYRAZAN, SDHI CON DOBLE PROTECCIÓN José Luis Collar Urquijo Jaime Ortiz Dorda Manuel Gordillo Moreno .....	177
--	-----

<b>ARYSTA:</b> ENFERMEDADES EMERGENTES EN OLIVAR Trapero, A., Agustí-Brisach, C., Romero, J., Moral, J. y Roca, L.F .....	189
--	-----

<b>BASF:</b> CLEARFIELD PLUS .....	191
------------------------------------	-----

<b>BAYER:</b> MONOLITH®: EL MEJOR CONTROL DE ALPISTE Y OTRAS GRAMÍNEAS Samuel Gil Arcones .....	203
--	-----

<b>BAYER:</b> BIOACT PRIME.....	207
---------------------------------	-----

<b>CORTEVA:</b> ISOCLAST™ ACTIVE: NUEVA MATERIA ACTIVA PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE INSECTOS CHUPADORES EN CÍTRICOS, FRUTALES Y HORTÍCOLAS. Insa, J.A.; Torne, M.; Sucarrats, M. ....	221
---	-----

<b>FMC AGRICULTURAL SOLUTIONS:</b> CORAGEN®20SC Y EXPLICIT® 150EC, SOLUCIONES PARA EL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN ALGODÓN Y TOMATE FMC AGRICULTURAL.....	231
--	-----

<b>KENOGARD:</b> POSEIDON® (PIRIDABEN 10% SC), ÓPTIMA DECISIÓN EN CÍTRICOS. Juan José Prats Mahiques .....	241
--	-----

<b>NUFARM:</b> CARNADINE: EFICACIA SELECTIVA Joan Joaquim Porqueres .....	245
--	-----

<b>TRICHODEX:</b> MICROBIOMA VEGETAL PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA NUTRICIO- NAL, AUMENTAR LOS RENDIMIENTOS & POTENCIAR LAS AUTODEFENSA.....	257
--	-----



## **PONENCIAS MAGISTRALES**





# **PROBLEMÁTICA PARA LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS HERRAMIENTAS EN LA AGRICULTURA ESPAÑOLA**

**Carlos Palomar Peñalba**

*Director General de la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA)*

El sector fitosanitario está fuertemente comprometido con la promoción de una agricultura moderna, sostenible y competitiva. Al principio de la década de 1960, la producción media de una hectárea de maíz en España estaba en torno de 3,3 t/ha. Hoy en día, la media nacional se ha incrementado 3,5 veces, llegando a alcanzar las 11,5 t/ha. Este incremento no podría haberse conseguido sin la innovación soportada en el desarrollo de tecnologías y técnicas aplicadas al campo: la producción de mejores semillas; las prácticas agronómicas en el manejo de los cultivos; la gestión y optimización del agua de riego; la fertilización; el control de plagas y enfermedades, entre otras.

Los productos fitosanitarios, las medicinas de las plantas, protegen los cultivos de las plagas y enfermedades que los amenazan, y juegan un papel clave para garantizar una producción suficiente de alimentos sanos, seguros y asequibles para todos. Según el Consejo para la Ciencia Agrícola y la Tecnología, dependiendo del cultivo se estima que las plagas y enfermedades son responsables de pérdidas en los cultivos, a nivel mundial, que oscilan del 25 al 50% o más. Las malas hierbas producen las mayores pérdidas potenciales (34%), seguidos por las plagas (16%) y los patógenos (14%).

Para que los agricultores puedan disponer de estas útiles herramientas, las empresas trabajan e invierten, utilizando todos los avances tecnológicos a su alcance, para desarrollar soluciones científicas que, además de favorecer la rentabilidad de sus cosechas, garanticen la seguridad del aplicador y protejan el medio ambiente. Actualmente, para desarrollar una nueva molécula, se requiere una inversión de entre 250 y 300 millones de euros y más de 10 años de investigación.

## **¿DISPONEMOS DE SUFICIENTES HERRAMIENTAS FITOSANITARIAS EN ESPAÑA?**

La agricultura española es una de las más diversificadas en la Unión Europea con más de 30 clases de frutales, 40 de hortícolas y más de 100 cultivos menores. Cada cultivo puede soportar 10 patógenos diferentes, algunos con varios ciclos durante la misma campaña.

Por otro lado, los Comités de resistencias a herbicidas (HRAC), a fungicidas (FRAC) y a Insecticidas (IRAC) recomiendan disponer de al menos 3 produc-

tos con diferentes modos de acción por problema para evitar la generación de resistencias. Por tanto, necesitamos disponer de una amplia gama de productos fitosanitarios para proteger nuestros cultivos.

Con la ayuda de nuestras empresas asociadas, en AEPLA hemos realizado recientemente unas estadísticas sobre cancelaciones, pérdidas y restricciones de uso de las solicitudes de productos fitosanitarios resueltas desde el 1 de Enero de 2015 y que habían tenido algún problema con respecto a lo solicitado por la empresa. Se ha recopilado un total de 349 solicitudes de productos de 25 empresas. De los 349 productos, 73 fueron finalmente totalmente cancelados y 276 han sufrido pérdidas de usos y/o restricciones (disminución de la dosis solicitada, reducción del número de aplicaciones, etc.). A continuación analizamos las principales casuísticas de los problemas detectados por nuestras empresas para buscar soluciones concretas junto con las Autoridades Competentes españolas: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social y Ministerio para la Transición Ecológica.

### **PROPUESTA DE SOLUCIONES QUE DESDE AEPLA HEMOS PLANTEADO A LAS AUTORIDADES COMPETENTES A FIN DE DISPONER DE UN MAYOR NÚMERO DE HERRAMIENTAS FITOSANITARIAS**

- Mayor flexibilidad en la gestión de los expedientes.
- Aplicación de guías y criterios de evaluación vigentes en el momento de presentación del dossier. En caso de que se utilicen otras guías de evaluación que se permita a la empresa presentar datos adicionales y éstos sean evaluados.
- Aceptar las alegaciones y toda la información presentada por la empresa titular desde la presentación del dossier hasta la finalización de su evaluación (Trámite de Audiencia inclusive) para evitar cancelaciones y/o pérdidas de cultivo y restricciones de uso.
- Aceptación de las medidas de mitigación medio ambientales incluidas en el proyecto MAgPIE sobre mitigación del riesgo de los productos fitosanitarios.
- Aceptación del uso de guantes en tareas de re-entrada en todos los cultivos, en particular en viña como medida de mitigación del riesgo para el trabajador al igual que Grecia, Italia, Portugal y Francia.
- Aceptación de los valores toxicológicos utilizados por el país ponente zonal (zRMS) en la evaluación de la exposición al operario, trabajador, residente y transeúnte.
- Respetar las fechas acordadas a nivel europeo y no aplicar de forma anticipada los criterios de corte en España.

### **En el caso concreto de solicitudes de Reconocimiento mutuo:**

- No re-evaluar los Reconocimientos Mutuos. Reconocer la autorización concedida por el Estado Miembro origen del reconocimiento mutuo tal y como establece el Reglamento 1107 en su considerando 29: "Para evitar la duplicación de trabajo, reducir la carga administrativa de la industria y de los Estados Miembros y establecer una disponibilidad más armonizada de productos fitosanitarios, un Estado Miembro debe aceptar las autorizaciones concedidas por otro Estado Miembro si las condiciones agrícolas, fitosanitarias y medioambientales son comparables". Hay que tener en cuenta además que posteriormente las Autoridades Competentes españolas podrán hacer una evaluación actualizada del producto (conforme al artículo 43 del Reglamento 1107/2009).
- No denegación de solicitudes de Reconocimiento mutuo de productos fitosanitarios sobre la base de la falta del informe de evaluación en la plataforma colaborativa entre Estados miembros, denominada CIRCA BC

A continuación se ofrecen otras soluciones planteadas por la propia Comisión Europea a fin de mejorar la implementación del Reglamento 1107/2009 en los distintos Estados miembros y que además permitirían un acceso más rápido de nuevos productos al mercado:

- Confianza en las evaluaciones realizadas por otros Estados miembros
- Cooperación entre Estados miembros y Autoridades Competentes
- Restringir al máximo los requisitos y criterios nacionales

## **DESARROLLO DE SOLUCIONES CONCRETAS PARA LOS USOS MENORES**

### **Convenio de colaboración para promover la extrapolación de datos de residuos**

- En el año 2014 AEPLA firmó el primer convenio de colaboración con el INIA para promover la extrapolación de datos de residuos de manzano a caqui, proyecto piloto que va a permitir ahorrar en el coste de los ensayos de residuos en caqui, facilitando el proceso de registro de nuevas soluciones, ya que en Junio de 2017 el Comité Permanente de residuos de la Unión Europea aprobó oficialmente esta extrapolación.
- En el año 2017 se firmó el segundo convenio de colaboración: Extrapolación de datos de residuos de naranja a aguacate. La fase de campo finalizó en septiembre de 2017 y se encuentra ahora en la fase final de análisis, esperando los resultados para Diciembre de 2018 y finalmente, establecer un modelo a principios de 2019.

- Estos proyectos pilotos, deberán extenderse a otros cultivos menores en los que haya factibilidad de hacer un puente desde otro mayor, o desde otro cultivo menor, con mejor situación de disponibilidad de soluciones. Para ello es clave discutir con los sectores productores la situación de los cultivos en España y en otros países para identificar aquellos en los que desarrollar proyectos similares.
- También hay que citar que los costes de estos proyectos han sido sufragados por AEPLA, en su fase de campo y analítica e INIA en esta última. La financiación por parte de los sectores productores, principales interesados, compartida en diversos grados podría extender de manera mucho más rápida esta iniciativa, por lo que AEPLA está dispuesta a desarrollar acuerdos de colaboración con los interesados.

### **OPORTUNIDADES QUE NOS OFRECE LA REVISIÓN DE LOS REGLAMENTOS 1107/2009 Y 396/2005 (REFIT)**

En nuestra opinión los Reglamentos 1107/2009 y 396/2005 cumplen con los objetivos para los que fueron establecidos en lo relativo a la protección de la salud humana y animal y del medio ambiente, pero no en lo referente a salvaguardar la competitividad de la agricultura.

Es necesario que España tenga un peso específico en Europa por sus características propias: diversidad de cultivos, características agroambientales, importancia de la agricultura en el Producto Interior Bruto y exportaciones en la Unión Europea. Por todo lo anterior, necesita disponer de suficientes herramientas fitosanitarias para asegurar la productividad y la protección de los cultivos.

Vemos el REFIT como una oportunidad para:

- Comunicar a la sociedad la realidad de la Sanidad Vegetal y el papel que juegan los productos fitosanitarios en ella.
- Concienciar a la sociedad de que detrás de la autorización de un producto fitosanitario existe una rigurosa evaluación científico-técnica.
- Realizar análisis de impacto económico, social y agronómico previos a la adopción de medidas tendentes a suprimir o reducir los usos de una sustancia o producto determinado.
- Aplicar de forma consistente el principio de precaución, no interpretarlo de forma restrictiva, y velar por no comprometer en su utilización el principio de innovación.
- Mejorar la posición de la zona Sur en la Unión Europea en las decisiones que se están tomando sobre la aprobación de ss.aa. y sobre la armonización de criterios.

- Que el punto de vista de la zona sur, mayoritariamente productores, pese tanto en las decisiones como el de la zona Norte y Centro, mayoritariamente consumidores.
- Gestionar de forma más eficaz los recursos existentes y el reparto de la carga de trabajo, mejorando la confianza entre Estados en relación a los reconocimientos mutuos, potenciándolos.
- Aprovechar la oportunidad que el REFIT proporciona para analizar y revisar la implementación de los Reglamentos en España, y valorar cuáles serían las formas más eficientes de gestionar los recursos y la manera global de conducir la evaluación del registro en España. Una opción a considerar en este ejercicio debería ser la posibilidad de disponer de un Organismo o Entidad Única de Evaluación y Registro de Productos Fitosanitarios.
- Mejorar la transparencia y la participación en los procesos, no solo de la industria también de los agricultores y productores. La comunicación e interacción durante el proceso de autorización, evaluación y registro de sustancias activas y productos fitosanitarios debería ser bidireccional, Administración – Industria.



# **REGLAMENTO 1107/2009. DISPONIBILIDAD DE SUSTANCIAS ACTIVAS – SUSTANCIAS ACTIVAS DE BAJO RIESGO**

**José Luís Alonso Prados**

*José Luís Alonso Prados – Subdirector General de Prospectiva  
y Coordinación de Programas INIA – Unidad de Productos Fitosanitarios*

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 Límitea 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 (CE) Nº 1107/2009, en adelante el 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 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.

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. 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 sustan-



cias 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.

La aprobación de sustancias activas y autorización de productos fitosanitarios en la Unión Europea se realiza después de una evaluación de riesgo científica del uso agrícola de los mismos. El Reglamento exige que dicha evaluación se realice en base a los últimos conocimientos científicos por lo que no sólo se tienen en cuenta los estudios preceptivos, establecidos por los Reglamentos 283/2013 y 284/2013, sino que también se tienen en cuenta las últimas publicaciones científicas relevantes.

La lista comunitaria únicamente se refiere a las sustancias activas usadas para la fabricación de los productos fitosanitarios y es competencia de los estados miembro 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 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.

Durante estos casi diez años de aplicación del Reglamento se ha ganado experiencia en la evaluación zonal de productos fitosanitarios, incrementándose la colaboración entre los estados miembro. Igualmente se han aproximado posiciones relativas a los requisitos de datos nacionales lo que ha permitido incrementar la armonización y por último se ha avanzado en las medidas de mitigación de riesgo aplicables en los distintos estados miembro. Todo ello redundará en un sistema de evaluación más armonizado, transparente y ágil.

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%). Actualmente el mercado de sustancias activas en la Unión Europea lo constituyen 492 sustancias aprobadas

Teniendo en cuenta la función de cada sustancia activa, 154 sustancias activas aprobadas son fungicidas, 146 herbicidas/reguladores de crecimiento, 107 insecticidas, 9 acaricidas y 8 con función nematocida. .

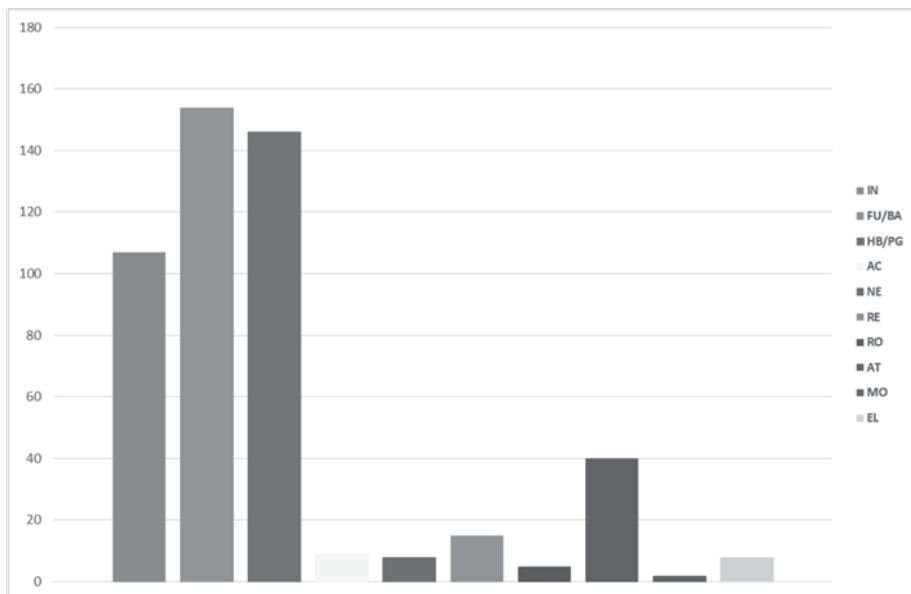


Figura 1: Función de las 492 sustancias aprobadas en la UE (FU:Fungicidas; HB: Herbicida; IN: Insecticida; AT: Atrayente; PG: Regulador de crecimiento; AC: Acaricida; RE: Repelente; NE: Nematocida; RO: Rodenticida; EL: Elicitor; BA: Bactericida; MO: Molusquicida; AT: Atrayente; EL: Elicitor)

El programa de revisión para la renovación de aprobación de las sustancias activas, que actualmente está en marcha en base a distintos reglamentos, supondrá una nueva reducción de la disponibilidad de sustancias activas. 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 y 2020. Actualmente se ha retirado un 19 % de las sustancias incluidas en los programas de revisión.

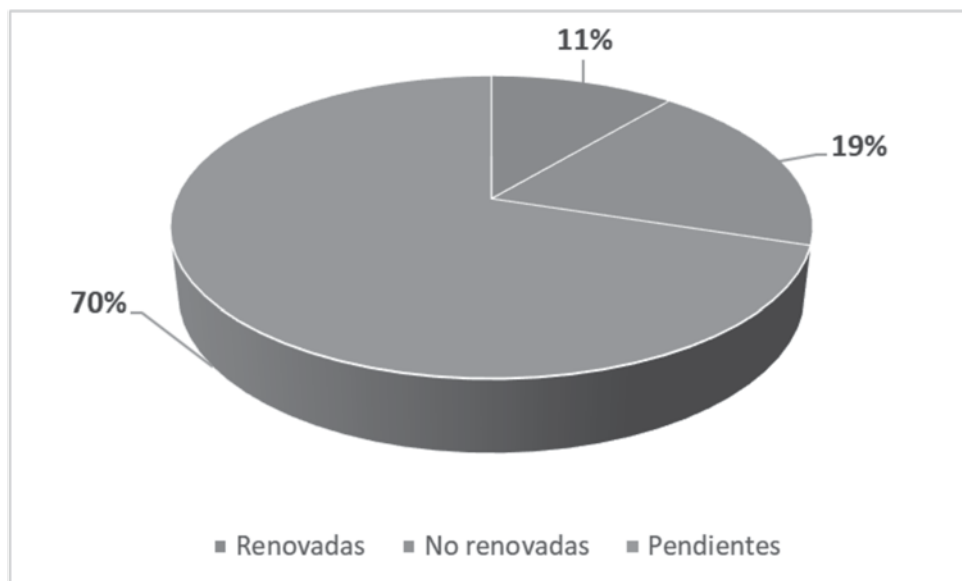


Figura 2: Estado actual de las sustancias activas incluidas en los programas de renovación de aprobación.

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 pretende mantener 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 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.

## **SUSTANCIAS DE BAJO RIESGO**

El Reglamento 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.

De esta manera, reconoce en sus considerandos que después de la evaluación de riesgo puede determinarse que una sustancia activa representa menores riesgos para la salud humana, animal y para el medio ambiente y que deben establecerse incentivos para la comercialización de productos fitosanitarios que las contengan. De esta manera las sustancias de bajo riesgo se aprueban por 15 años en lugar de 10 años y la protección de datos de los estudios presentados para su aprobación y la posterior autorización se prolonga de 10 a 13 años. Además, el Reglamento considera un procedimiento de autorización de productos fitosanitarios de bajo riesgo con plazos reducidos (120 días en lugar de un año) lo que garantiza que los productos de bajo riesgo puedan comercializarse rápidamente. Por último la clasificación como producto fitosanitarios de bajo riesgo puede ser utilizado en la publicidad del producto fitosanitario.

Es importante facilitar la toma de decisiones y la disponibilidad de productos fitosanitarios de bajo riesgo, necesaria para acelerar el desarrollo y la aplicación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) en los Estados miembro. La implementación de programas de MIP es uno de los objetivos de la Directiva 2009/128/CE, que establece un marco de acción a nivel europeo para lograr el uso sostenible de plaguicidas. La Directiva incluye entre las acciones principales la aplicación de MIP y establece principios generales para su aplicación, que se basan en la prevención de la aparición de plagas y, en caso de necesidad, se debe dar prioridad a métodos no químicos, cuando sean satisfactorios, y a productos que presenten los menores efectos secundarios.

Con objeto de poder lograr una implementación coherente de los objetivos de la Directiva 2009/128/CE y del Reglamento 1107/2009 en materia de sustancias activas de bajo riesgo es preciso establecer los criterios para la aprobación de este tipo de sustancias activas. De esta manera el Reglamento en su Anexo II punto 5 establece los criterios para considerar una sustancia como de bajo riesgo. Con objeto de aclarar estos criterios de peligrosidad se pu-

blicó en el Diario Oficial de la UE el 8 de Agosto de 2017 el Reglamento (UE) 2017/1432 de la Comisión que modifica el reglamento (CE) N° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios por lo que respecta a los criterios para la aprobación de sustancias activas de bajo riesgo, que modificaba el punto 5 del anexo II del Reglamento 1107/2009. En este Reglamento se reconoce que los criterios de persistencia y bioconcentración podrían impedir que se aprueben como sustancias de bajo riesgo determinadas sustancias naturales que presentan riesgos considerablemente menores que otras sustancias activas, como algunas plantas o minerales y dichas sustancias puedan ser consideradas de bajo riesgo siempre y cuando cumplan las disposiciones del artículo 22 del Reglamento. De la misma manera reconoce que los semioquímicos, sustancias emitidas por plantas, animales y otros organismos, que se utilizan en la comunicación entre especies y dentro de una misma especie, tienen un modo de acción específico y no tóxico y se producen de forma natural. En general son eficaces en cantidades muy bajas, a menudo comparables con niveles que se producen de forma natural y establece que los semioquímicos deben considerarse sustancias de bajo riesgo. Por último reconoce que los microorganismos deben considerarse como sustancias activas distintas a las sustancias químicas y por ello precisan de criterios de aprobación como sustancias de bajo riesgo distintos a los criterios aplicados a las sustancias químicas. Un microorganismo puede ser considerado de bajo riesgo salvo cuando a nivel de la cepa quede demostrada su resistencia múltiple a los antimicrobianos utilizados en medicina o veterinaria. Por último se reconoce que los baculovirus, que son una familia específica hospedadora de virus que infectan exclusivamente a los artrópodos y, principalmente, a los insectos lepidópteros, deben considerarse sustancias de bajo riesgo, ya que no hay pruebas científicas de que tengan efectos negativos en los animales ni en los seres humanos. Los baculovirus deben considerarse de bajo riesgo, a menos que se demuestre a nivel de la cepa que tienen efectos adversos en insectos no objetivo.

En el mercado europeo se han aprobado a fecha de hoy 13 sustancias activas como sustancias activas de bajo riesgo de las cuales 9 son microorganismos, se espera que con la toma de decisión de las renovaciones de aprobación de sustancias activas esta lista se vea incrementada.

Tabla 1: Sustancias activas aprobadas como sustancias activas de bajo riesgo

<b>Sustancia</b>	<b>Función</b>
Bacillus amyloliquefaciens strain FZB24	Fungicida
Cerevisane	Activador
Coniothyrium minitans Strain CON/M/91-08 (DSM 9660)	Fungicida
COS-OGA	Fungicida
Ferric phosphate	Molusquicida
Isaria fumosorosea Apopka strain 97 (formely Paecilomyces fumosoroseus)	Insecticida
Laminarin	Elicitor
Mild Pepino Mosaic Virus isolate VC 1	Elicitor
Mild Pepino Mosaic Virus isolate VX 1	Elicitor
Pasteuria nishizawae Pn1	Nematicida
Pepino mosaic virus strain CH2 isolate 1906	Elicitor (inoculación virus)
Saccharomyces cerevisiae strain LAS02	Fungicida
Trichoderma atroviride strain SC1	Fungicida

La Comisión Europea y los estados miembro están trabajando para el desarrollo de documentos de orientación para aclarar y armonizar los criterios aplicables a la evaluación de sustancias activas de bajo riesgo, en particular microorganismos. Se está prestando particular atención a la evaluación de riesgo de metabolitos producidos por microorganismos y los criterios a aplicar en la evaluación de la resistencia múltiple a antimicrobianos.

## CONCLUSIONES

La sociedad europea está demandando una agricultura cada vez menos contaminante y segura, a la vez se debe salvaguardar la competitividad de la misma y afrontar los retos que se plantean en un escenario de cambio climático global y de producción alimentaria sana y segura. La sanidad vegetal y los medios de protección contra plagas, enfermedades y malas hierbas deben tener en cuenta este escenario a la hora de desarrollar herramientas y métodos de control

La legislación comunitaria establece criterios estrictos, relativos a salud humana, salud animal y protección del medio ambiente, para la aprobación de sustancias activas y autorización de productos fitosanitarios., sin embargo es necesario tener en cuenta los retos que la producción agraria tiene que afrontar. La disponibilidad de sustancias activas se verá reducida en el futuro, este escenario debe estimular la producción de conocimiento para luchar contra

las plagas, enfermedades y malas hierbas de una manera sostenible, usando todas las herramientas disponibles. Por una parte el desarrollo de nuevas moléculas cada vez menos peligrosas y que representen un menor riesgo se ve incentivado por el reglamento y la incorporación de los programas de control integrado en la evaluación de riesgo de sustancias y productos fitosanitarios como buena práctica agrícola y fitosanitaria a considerar en los procesos de evaluación y toma de decisión es fundamental para el mantenimiento de suficientes medios de protección de los cultivos.

### **REFERENCIAS:**

- 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. 283/2013 de la Comisión de 1 de marzo de 2013 que establece los requisitos sobre datos aplicables a las sustancias activas, de conformidad con el Reglamento (CE) n o 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. 3 de abril de 2013. DOUE L 93 pp.1-84
- 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 (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.

Reglamento (UE) 2017/1432 de la Comisión de 7 de agosto de 2017 que modifica el Reglamento (CE) n.o 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios por lo que respecta a los criterios para la aprobación de sustancias activas de bajo riesgo. 8.8.2017 L 205/59 - 62





# **SOLUCIONES Y RETOS PARA LOS AGRICULTORES EN EL USO DE FITOSANITARIOS.**

**Juan S. Torres Domingo**

*Secretario General de la Asociación Valenciana  
de Agricultores (AVA-ASAJA) Valencia*

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

La problemática sobre la que vamos a tratar se ha convertido ya en un clásico de los grandes temas que afectan al sector agrario español y europeo.

Desde que en 2009 se aprobaron la Directiva de Uso Sostenible 2009/128/CE y el Reglamento de Comercialización Sostenible (CE) nº 1107/2009, entre otras normas fitosanitarias, se inició una nueva era en la disponibilidad y uso de productos fitosanitarios por parte de los agricultores europeos. No hay que olvidar que previamente ya existía, y sigue vigente en la normativa europea un Reglamento comunitario que hace referencia a los Límites Máximos de Residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal (Reglamento (CE) Nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de febrero de 2005) con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria.

En nuestro caso la legislación europea tuvo su transposición básica en diferentes normas de obligado cumplimiento para los agricultores y ganaderos. Las principales son:

- El Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.
- Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas.
- Real Decreto 346/2012, de 10 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1013/2009, de 19 de junio, sobre caracterización y registro de maquinaria agrícola, incluyendo la obligatoriedad de inscripción y registro de los equipos de aplicación de fitosanitarios.

También, por lo que respecta a otros asuntos clave, es conveniente hacer un breve resumen del paquete fitosanitario europeo de 2009.

Respecto al Reglamento 1107/2009, de comercialización de productos fitosanitarios resaltaremos que tiene como objeto establecer las normas aplicables a la autorización de productos fitosanitarios en su presentación comercial, a su comercialización, utilización y control en la Unión Europea, así como establecer las normas relativas a la aprobación de sustancias activas, protectores y sinérgicos contenidos en los productos fitosanitarios o que son ingredientes de éstos. Por otra parte este Reglamento también establece normas relativas a los coadyuvantes y coformulantes. Por tanto esta legislación entra de pleno en los siguientes aspectos a destacar:

- Criterios para la aprobación, renovación o retirada de sustancias activas y básicas, y los periodos de gracia en su caso.
- Establecimiento de los criterios de corte de materias activas fitosanitarias.
- Establecimiento de las sustancias activas candidatas a la sustitución.
- Establecimiento de autorizaciones provisionales.
- Autorización de comercialización y uso.
- Reconocimiento mutuo y autorización zonal.
- Autorizaciones para usos menores.
- Envasado, etiquetado y publicidad de productos fitosanitarios y adyuvantes.

Conviene asimismo recordar que este Reglamento venía después de la aplicación de la Directiva 91/414/CE cuyo resultado desde el año 1993 al 2010 había provocado la eliminación de más del 60% de las materias activas fitosanitarias autorizadas en 1992 en Europa.

Respecto a la Directiva 2009/128/CE, esta tiene por objeto establecer un marco para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas mediante la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos ó técnicas alternativos, como las alternativas no químicas a los plaguicidas.

En este sentido, destacamos como principales aspectos de esta norma:

- Aprobación del Plan de Acción Nacional con todas las restricciones y condicionantes que conlleva.
- Formación obligatoria para la venta y uso de fitosanitarios.

- Medidas para proteger el medio acuático más allá de la Directiva Marco de Aguas.
- Establecimiento de la obligatoriedad para los agricultores de aplicar la Gestión Integrada de Plagas.
- Prohibición de las aplicaciones aéreas, salvo casos especiales.
- Establecimiento de otras medidas obligatorias para los agricultores:
  - Inspección de los equipos de aplicación de fitosanitarios.
  - Requisitos especiales para el almacenamiento.
  - Obligatoriedad de reciclar envases vacíos.
  - Reducción del uso de plaguicidas o de sus riesgos en zonas específicas.
  - Cumplimentación de un cuaderno de explotación.

También es importante destacar la desprotección que tiene el agricultor en relación con la tolerancia a la importación que está regulada en el Reglamento comunitario que hace referencia a los límites máximos de residuos. Es inconcebible e inaudito que se permitan importaciones de productos agrarios de países terceros que contengan residuos de materias activas no autorizadas en la UE, lo que se traduce en una clara desventaja competitiva vulnerando todos los principios de reciprocidad y equidad.

Por otra parte, tampoco podemos olvidar los múltiples casos de resistencias de distintas plagas y enfermedades a determinadas materias activas fitosanitarias. Hay muchísimos ejemplos de ello y sin entrar en profundidad en esta temática podemos citar en el cultivo de cítricos las resistencias actuales de los ácaros a los acaricidas autorizados o el hongo *Pyricularia* en el cultivo del arroz a los fungicidas autorizados.

Toda esta casuística no es exclusiva de los agricultores españoles pues en el Grupo de Trabajo de Fitosanitarios del COPA-COGECA, es una temática reincidente apuntada por las distintas delegaciones de Estados Miembros que participamos en el Grupo.

## **2.- PROBLEMAS Y RETOS.**

Así que desde el punto de vista de los agricultores resumiríamos el estado del problema como que:

TENEMOS MENOS MATERIAS ACTIVAS DISPONIBLES, por tanto más caras y con problemas de resistencias, HEMOS DE CUMPLIR CON UNAS OBLIGACIONES QUE NOS HAN ACRECENTADO DE MANERA IMPORTANTE LOS COSTES DE PRODUCCIÓN Y NO VENDEMOS MEJOR NUESTRAS PRODUCCIONES a pesar

de haber incrementado considerablemente la protección de la salud humana en general y del Medio Ambiente. Hemos descrito el problema pero no el reto.

El reto del sector agrario es "SEGUIR PRODUCIENDO ALIMENTOS EN CANTIDAD SUFICIENTE, DE MAYOR CALIDAD, DE MANERA MÁS RESPETUOSA CON LA SALUD HUMANA Y EL MEDIO AMBIENTE Y CON MENOS HERRAMIENTAS Y MÁS COSTES".

### **3.- ORIGEN DEL PROBLEMA.**

Antes de entrar a hablar de posibles soluciones debemos entender y determinar el origen del problema, pues si no somos capaces de corregir las condiciones que originan el problema, cualquier solución va a ser un parche temporal que nos mantendrá en la incertidumbre y en la "indefensión".

Respecto al origen del problema, recuerdo que en 2008 y 2009, cuando se organizaban foros de debate respecto al paquete fitosanitario europeo, escuché a gente del mundo de los fitosanitarios y de la política decir que "las cosas se podían hacer mejor" (se referían al uso de fitosanitarios) y que "el paquete fitosanitario podía ser una oportunidad para que los consumidores europeos valoraran más nuestras producciones".

Normalmente las cosas siempre se pueden hacer mejor y si no hay muchos inconvenientes, hay que hacerlas mejor. No conozco a ningún agricultor que no esté de acuerdo con esa afirmación y que no actúe en consecuencia, ya que el agricultor es el primer agente que se somete a los posibles riesgos del uso de fitosanitarios. Otra cosa es que ese hacer mejor las cosas, cuando ya se estaban haciendo relativamente mejor que el resto del planeta, supongan costes y pérdidas adicionales sin compensación, pues no nos equivoquemos, el consumidor europeo en general no valora los altos estándares de seguridad alimentaria, calidad y respeto al medio ambiente de las producciones europeas, las más seguras del planeta, y así y todo, lo estamos haciendo mejor.

En este sentido, los consumidores europeos tienen garantizada la seguridad alimentaria en el marco europeo. Según la EFSA en 2016, en el programa de control coordinado por la UE, el 98,3% de las muestras de alimentos analizadas se ubicaron dentro de los límites legales de residuos de materias activas fitosanitarias. De ellas, más de la mitad de las muestras no presentaban residuos, el 52,3%, mientras que las muestras con residuos cuantificados pero dentro del nivel legalmente permitido fue del 46%. Porcentajes similares arrojan los diferentes programas nacionales supervisados por la EFSA, como es el Plan de Vigilancia Fitosanitaria que realiza el Ministerio de Agricultura o el Programa de Residuos que realiza la Agencia AECOSAN, dependiente del Ministerio de Consumo.

Ahora bien, en un análisis más exhaustivo, la EFSA distingue las producciones europeas y las importadas por los países terceros y analiza los incumplimien-

tos en materia de residuos. Pues bien, la EFSA concluye que las producciones procedentes de países terceros incumplen la normativa de los límites de residuos europea hasta tres veces respecto de las producciones comunitarias, es decir, que además de utilizar más materias activas se producen más incumplimientos, especialmente de países como Laos, Vietnam, China, Uganda, Sri Lanka, Tailandia, Pakistán, Camboya, Surinam, India, Israel, Colombia, Egipto, República Dominicana, Túnez, Kenia y Brasil.

Por otra parte, los agricultores no tenemos ninguna adicción enfermiza a los productos fitosanitarios, puesto que supone un alto coste añadido a la producción. Tenemos que controlar las plagas, enfermedades o fisiopatías, y para ello utilizamos diferentes herramientas de control como son los métodos culturales, físicos, mecánicos, biológicos y por último, químicos, pero hay veces que es inevitable recurrir a estos últimos dado que el resto de herramientas, no son lo suficientemente eficaces.

Y pasando de las buenas intenciones a la no tan buenas deberíamos fijarnos en la actuación durante décadas de ciertas ONGs ambientalistas de corte radical, que a base de repetir un discurso pseudocientífico, muy ideológico de los efectos dañinos del uso de fitosanitarios, han conseguido en gran medida que los ciudadanos asocien la palabra "pesticida" con "tóxico o venenoso para ellos y para el medio ambiente", sobre todo los ciudadanos que habitan en las ciudades y que hoy son una mayoría aplastante.

Estos ciudadanos "urbanitas" en general desconocen profundamente la realidad del mundo rural y tienen ideas estereotipadas muy románticas del medio rural, de la agricultura y ganadería.

Este discurso del miedo y de la confusión ha calado, poco a poco, profundamente en la ciudadanía y como consecuencia en la clase política cuyos caladeros más importantes de votos son las grandes ciudades.

En general, los partidos, más preocupados en llegar al poder o en mantenerse en él, no han querido entrar con seriedad y rigor en el problema y en muchas ocasiones se han tomado decisiones políticas contrarias al criterio científico. No voy a poner ejemplos porque hay tantos que seguro que todo el mundo es consciente de esta afirmación, un paradigma de ello sería el glifosato.

¿Cuántas veces la EFSA, Agencia Europea de Seguridad Alimentaria, con los mejores investigadores agrarios europeos especialistas en distintos temas agrarios y ganaderos ha establecido criterios respecto a algún asunto y los políticos han tomado decisiones en otro sentido?

Evidentemente los políticos no van a asumir planteamientos mal vistos por la mayoría de la sociedad porque eso tendría un coste en votos. Ciertamente, la mayoría de políticos son unos completos ignorantes de esta problemática, hablando benévola de ellos, y simplemente hacen seguidismo de consignas mediáticas aunque sean poco rigurosas.

También hay una minoría de políticos que sí entienden el problema, sobre todo si su vida política o profesional ha estado relacionada con el sector agrario.

De entre estos encontramos un número importante que se pone de perfil, rehúsa a entrar en el problema y hace lo que sea por "no meterse en líos".

Solo una minoría de la clase política es conocedora y defensora del uso racional (por supuesto sostenible) de fitosanitarios, aunque su capacidad de tomar decisiones es muy limitada.

Aunque desde algunos sectores enreden la madeja con la comparación de la agricultura tradicional (GIP: Gestión Integral de Plagas) con la ecológica, no debemos caer en el error de entrar en esa discusión que no lleva a ningún sitio, siempre y cuando los agricultores cumplan las normas y produzcan dentro del marco de la agricultura sostenible.

Volviendo a las ONGs ambientalistas de corte radical, es evidente que siguen ahí con el mantra continuo de que lo estamos "envenenando todo". No hace mucho una de estas ONGs publicó un trabajo titulado "Ríos hormonados", hablando de la contaminación de casi todas las masas de agua españolas por fitosanitarios, y lo cito sólo como ejemplo.

Después de leer el trabajo, realmente me preocupé, porque si era verdad lo que decían, ciertamente estábamos haciendo las cosas mal, muy mal.

Así que pregunté en el Área de Calidad de las Aguas de la Confederación Hidrográfica del Júcar si las afirmaciones que se hacían en ese trabajo eran ciertas y la gran mayoría del agua de esta Confederación Hidrográfica estaba contaminada de manera importante por fitosanitarios.

La contestación fue que sus datos se refieren a unos pocos puntos donde suele haber presencia de fitosanitarios y que la mayor parte del agua de la CHJ está en muy buenas condiciones y cumpliendo la legalidad, que los datos los toman de donde creen que puede haber contaminación y que no toman datos de donde se supone que no hay contaminación que es la mayor parte de la masa hídrica.

La conclusión es muy diferente, según la ONG, utilizando datos de la CHJ, la mayor parte de las aguas estaban contaminadas con índices notables de contaminación, y según la CHJ solo unos pocos puntos de agua están contaminados, estando el resto del agua en perfectas condiciones.

No he visto aún, hasta el día de hoy ninguna rectificación al trabajo inicial de Ríos hormonados, lo cual me lleva a pensar que el sesgo se realizó intencionadamente y que lo que se perseguía era alarmar a la ciudadanía, porque no nos equivoquemos, "Ríos hormonados" es un titular muy mediático, y efectivamente consiguen su propósito, alarmar e infundir miedo.

Como agricultor no espero ninguna rectificación de estas ONGs, ya que en otros foros he escuchado algunas groserías como "¿Quiénes son esos?" re-

firiéndose a los premios Nobel que habían firmado un manifiesto a favor del cultivo de transgénicos. Como si más de 100 premios Nobel fueran un grupo sin importancia que pasaba por ahí, vamos, una charanga haciendo ruido.

También he oído decir en alguna jornada que “esos de la EFSA son unos vendidos a las multinacionales” y tener que intervenir un investigador universitario para decir que él no está vendido a nadie, que para estar en EFSA tiene que hacer declaración de que no tiene ningún interés económico con terceros de ningún tipo respecto de la materia objeto de estudio o investigación que fija EFSA.

Así pues creo que ha quedado perfectamente descrito el origen del problema, que lo podríamos resumir diciendo que las ONGs ambientalistas radicales han practicado con éxito el discurso del miedo a los fitosanitarios durante décadas, que ese discurso ha calado en la sociedad, especialmente en la “urbanita”, por desconocimiento de la realidad rural, y que esa aceptación social en general del “miedo a los fitosanitarios” está condicionando negativa, perjudicial, y absurdamente las decisiones políticas al respecto.

En definitiva deseo decir dos cosas. Por una parte que hay que rebatir el discurso ideológico del miedo de las ONGs ambientalistas con un discurso científico, veraz, transparente y responsable, y que esa tarea, que entiendo que es ineludible, compete a todos los que de alguna manera trabajamos con fitosanitarios. Se puede hacer y se debe hacer, aunque cueste mucho esfuerzo, tiempo y dinero.

A este respecto deberíamos tomar como ejemplo el mundo de la medicina y los medicamentos.

Todos los medicamentos tienen efectos secundarios, pero la sociedad en general no ha aceptado que los antibióticos, las vacunas, la quimioterapia, etc... sean suficientemente tóxicos como para que se prohíban. La sociedad en general confía en el binomio medicina-medicamento, y aunque también en este campo han existido y existen grupúsculos contrarios a los medicamentos, no han tenido éxito. Deberíamos preguntarnos por qué, y tal vez seguir sus pasos.

Solo cuando la sociedad entienda que un fitosanitario es el equivalente de un medicamento para las plantas, quizá superemos la actual situación de aplicación histérica del Principio de Precaución.

Por cierto, es loable que se organicen jornadas como estas y que todos recordemos lo mal que estamos, pero estas jornadas son endogámicas, del sector para el sector, de convencidos a convencidos, y esto tiene, en general, poca trascendencia. El objetivo es convencer a la mayoría de la sociedad y sobre todo a la población que vive en las ciudades de que estamos usando bien los fitosanitarios, que producimos alimentos saludables en cantidad suficiente y que tenemos problemas cuya solución, lejos de perjudicarles, les beneficiaría.



Por otra parte, la segunda lectura, es que debemos ir abandonando el discurso políticamente correcto. Ha quedado demostrado durante las últimas décadas que no nos ha servido para nada y que por tanto hemos de pasar a un lenguaje más crudo acorde con la realidad que sufrimos día a día. No se trata de ser irrespetuosos o caer en la mala educación, pero sí de hablar muy claro y explicar lo que está ocurriendo sin preocuparnos de si lo que decimos les disgustará o les resultará incómodo a la clase política.

### **4.- SOLUCIONES.**

Son muchas las cosas que se pueden hacer pero todas tienden a que haya más sustancias disponibles y menos restricciones en su uso, salvaguardando siempre los límites razonables de respeto a la salud humana y medio ambiente.

Lo que no debe ocurrir, que está ocurriendo ahora, es que el Principio de Precaución se haya convertido en el Principio de Histéresis, y aun existiendo la posibilidad de minimizar riesgos en el uso de fitosanitarios, la tendencia de todas las Administraciones es a la máxima prohibición.

En ese sentido apuntaría varios aspectos de la solución, que son del todo conocidos y se han tratado reiteradamente pero que de momento siguen sin cristalizar.

En primer lugar, para poner las cosas en su sitio, lo lógico es que todos los países nos basáramos en las normas del acuerdo MFS sobre aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de la FAO para el comercio agroalimentario mundial e incorporado a la OMC y por tanto de obligado cumplimiento a los países miembros de la OMC.

En el caso europeo se asumen las normas MFS para las importaciones, pero se superen restrictivamente de manera muy notable para las producciones europeas.

Así que los consumidores europeos gozan de una seguridad extra con nuestras producciones pero tienen acceso a producciones con residuos de sustancias activas fitosanitarias prohibidas a los productores europeos.

No se queda en una mera contradicción, ya que lo que realmente sucede, suponiendo que no se genere riesgo para la salud de los consumidores, es que se crea una situación de competencia desleal para los productores europeos al incrementarse nuestros costes de producción y en muchos casos perder parte de nuestra producción por no haber podido controlar adecuadamente ciertas plagas y enfermedades vegetales.

La solución pues, presenta una doble alternativa, o la UE renuncia a legislación extra asumiendo única y exclusivamente las normas MFS, o si desea seguir por el camino del "yo más" que establezca medidas para corregir la

competencia desleal, bien vía reciprocidad, bien vía compensaciones a todas las producciones europeas afectadas. No hacerlo, se vista como se vista políticamente, es un acto de injusticia y lo peor, de hipocresía, cuando no de cinismo, y aunque nos parezca normal que la clase política se mueva en la hipocresía, no es normal, y los ciudadanos, la sociedad civil no deberíamos ni aceptarlo, ni consentirlo.

Otra solución que se ha propuesto reiteradamente en España es una Agencia Única de Evaluación de Productos Fitosanitarios y, aunque hay partidos políticos que apoyan esta solución, lo cierto es que de momento está bloqueada. Así que como las competencias están repartidas entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, el de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, el "vía crucis" es interminable.

¿Acaso la solución está bloqueada porque ningún Ministerio quiere perder competencias al respecto?

Una Agencia Única (no es la piedra filosofal), como ya existe en otros países europeos, no supondría ningún gasto extraordinario de la Administración, ya que a través de tasas se financiaría todo el presupuesto de la Agencia, y en cambio acortaría razonablemente el proceso de evaluación de productos fitosanitarios y la puesta a disposición de los agricultores de nuevas formulaciones.

La solución en práctica desde hace varios años de las autorizaciones excepcionales, que visto lo visto sigue siendo la solución más eficaz, y que mientras no se den mejores soluciones, debe continuar, a su vez debería hacernos reflexionar.

Cada año se solicitan centenares de autorizaciones excepcionales, lo cual convierte lo excepcional en normal.

Por cierto, las autorizaciones excepcionales deberían ser concedidas con suficiente tiempo previo a los tratamientos para que los agricultores pudieran planificar una estrategia de lucha adecuada, teniendo además en cuenta los plazos de seguridad.

Ese hecho de convertir lo excepcional en normal o lo normal en excepcional debería hacernos pensar que la situación no es de normalidad, es una situación crítica que nos lleva cada año a solicitar estas numerosísimas autorizaciones excepcionales (siempre a través de las Comunidades Autónomas) que en muchísimos casos son repetición del año anterior. Algo no funciona, evidentemente.

Tampoco es excepcional la llegada de nuevas plagas y enfermedades procedentes de Países Terceros, todos los años entran varias en el territorio de la Unión.

En muchos casos, cuando llegan estas nuevas plagas y enfermedades se produce una situación de caos, ya que sucede a menudo que o no tenemos autorizadas las materias activas eficaces para luchar o no está claro cuáles son, y además puede que no estén en nuestros cultivos los predadores naturales de estas plagas y enfermedades.

Me refiero a que el control fitosanitario de las importaciones de Países Terceros a la U.E. ha de ser riguroso, eficiente y transparente.

¿Por qué la mayoría de los cítricos importados por la U.E. entran por el puerto de Rotterdam?.

Según la información de la que disponemos, la entidad de control fitosanitario es de naturaleza privada ("controlada por los poderes públicos") pero con posibles relaciones con los importadores.

Eso no es aceptable bajo ningún punto de vista, pero eso es lo que hay y no se corrige, con lo que muchas plagas y enfermedades llegan a la U.E. porque no ha habido suficiente control en las inspecciones, ni cuantitativo ni cualitativo.

Evidentemente, cuantas más plagas entren, más necesidad de materias activas tenemos los agricultores y más tratamientos tenemos que hacer.

La legislación europea, aunque ha sido modificada recientemente, va a seguir fallando gravemente en este asunto porque continúa primando la globalización del comercio sobre la prevención de plagas y enfermedades, renunciando a las medidas eficientes de inspección y control que otros países terceros sí nos imponen a los europeos. Así nos va.

Otra cuestión que debemos afrontar es el mal funcionamiento del reconocimiento mutuo dentro de las tres zonas delimitadas en la U.E.

La propia Comisión reconoce que en el Reglamento pretendía establecer un mecanismo más ágil de reconocimiento mutuo y autorización zonal.

Lo cierto es que los distintos Estados miembros no desean asumir responsabilidades al respecto y, como la norma no es clara y taxativa, cada Estado miembro impone su norma y obliga a que los estudios previos a la autorización se repitan en su territorio, retrasando y encareciendo el proceso y desvirtuando la intencionalidad original del Reglamento.

## **5.- CONCLUSIONES**

Las soluciones descritas son parte de la batalla diaria de reivindicación de mi organización agraria, ASAJA, en las diferentes administraciones.

En estas batallas a veces se avanza un palmo y a veces se retrocede, normalmente se retrocede y como he señalado en "el origen del problema" eso

ocurre porque el partido se juega en campo contrario y a veces no salimos ni al terreno de juego.

Hay un discurso instalado en la mayor parte de la sociedad europea, especialmente la que vive en ciudades, ese discurso se ha instalado a fuerza de repetir muchas falsedades y pocas verdades, y hay partidos políticos que lo han usado ideológicamente y otros que simplemente lo han asumido, sabiendo que no era cierto.

Se ha trabajado hasta ahora, por parte del sector, en el espacio de lo "políticamente correcto" y parece que quienes cuestionan este discurso de la confusión y del miedo, aunque se basen en criterios científicos, sean poco menos que ignorantes, salvajes o incluso genocidas.

Hay que rebelarse contra la falsedad del mantra político correcto de que los fitosanitarios contaminan, son tóxicos, envenenan y matan, y la rebelión tiene dos caminos, por una parte dar explicaciones continuas a la sociedad sobre lo que son los fitosanitarios, como los usamos y que gracias a ellos se come todos los días, alimentos saludables de calidad a precios asequibles, y por otra parte decirles a los políticos que hasta aquí hemos llegado.

Nadie que acometa estos objetivos en solitario tiene ninguna posibilidad de triunfar pero si se establece la adecuada confluencia de los distintos colectivos que trabajamos con fitosanitarios y aportamos nuestro trabajo, no sé si triunfaremos o no, pero al menos estaremos jugando el partido y creo que, con el respaldo de la ciencia, a poco que nos esforcemos podemos ganar, o no perder más, que ya sería mucho.



# EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES PARA EL STABLECIMIENTO DE UNA LISTA DE PLAGAS PRIORITARIAS

**Rodriguez-Cerezo, E.; Sánchez, B.; Barreiro-Hurle, J.; Soto-Embodas, I.**  
*European Commission, Joint Research Centre (JRC), Directorate Sustainable Resources, Economics of Agriculture, Edificio Expo, Calle Inca Garcilaso 3, E-41092 Seville, Spain*

**Resumen:** La emergencia de nuevas plagas agrícolas y forestales en la UE ha aumentado durante la última década principalmente debido a la globalización, el turismo y los efectos del cambio climático. Esto a su vez ha incrementado la necesidad de mejorar las estrategias de prevención, detección y control. Puesto que los recursos son limitados y deben asignarse adecuadamente, el nuevo Reglamento de Sanidad Vegetal estipula la necesidad de establecer una lista de plagas de cuarentena prioritarias en función de la severidad de su impacto económico, social y medioambiental. Para ello, el JRC en colaboración con la EFSA está desarrollando un indicador compuesto que permite la inclusión de diferentes criterios (tanto socioeconómicos como medioambientales) para apoyar la formulación de políticas de Sanidad Vegetal basadas en la evidencia y los datos científicos más sólidos.

La emergencia de nuevas plagas y enfermedades agrícolas y forestales es un fenómeno mundial en el que están implicados la globalización del comercio y el turismo y en cierta medida al cambio climático. En las últimas décadas la Unión Europea ha sufrido la llegada de numerosas plagas ausentes del territorio europeo. Existen cientos de especies de plagas y enfermedades de cuarentena que deben ser vigiladas. La prevención, la detección, los planes de contingencia son necesarios para contrarrestar los efectos indeseados de la globalización del comercio agrícola a la vez que se preservan sus los efectos beneficiosos.

Sin embargo, en una época de presupuestos reducidos, es necesario establecer prioridades en las que enfocar los recursos destinados a la prevención. No todas las plagas y enfermedades de cuarentena tendrán efectos comparables en el plano económico, social y medioambiental a nivel de territorio europeo si llegan a establecerse.

Es por ello que la nueva legislación europea de 2016 sobre sanidad vegetal (el Reglamento 2016/2013) en su Artículo 6 (2) empoderó a la Comisión Europea (por parte del Consejo y el Parlamento) para preparar y adoptar una lista de plagas y enfermedades de cuarentena en la UE que se consideren **plagas prioritarias**.

La inclusión de una plaga o enfermedad en la lista de plagas prioritarias de la UE deberá hacerse conforme a la **gravedad de los impactos sociales, económicos y ambientales** que puedan causar en el territorio de la UE. En principio el objetivo es que esta lista prioritaria quede establecida antes de 2020.

La inclusión de una plaga o enfermedad en la lista de plagas prioritarias tiene consecuencias en lo relacionado con la información al público, las prospecciones, los planes de contingencia, los ejercicios de simulación, los planes de actuación para la erradicación y la cofinanciación de medidas por parte de la Unión Europea.

En este proceso, el JRC (Joint Research Centre) de la Comisión Europea ha sido requerido para desarrollar e implementar una metodología para evaluar los posibles impactos socio-económicos y ambientales de una serie de plagas y enfermedades de cuarentena con el fin de tener criterios objetivos a la hora de establecer la lista de plagas prioritarias.

El trabajo se desarrollará en cooperación con la EFSA (European Food Security Authority) . La EFSA realiza ya un trabajo de evaluación de riesgos de establecimiento y dispersión de plagas de cuarentena, pero no evalúa los posibles efectos socio-económicos.

La sección 2 del Anejo I del Reglamento (2016/2031) enumera una serie de repercusiones concretas dentro de los capítulos económicos, sociales y ambientales, que en caso de ocurrir de forma grave para la UE en conjunto, servirían para clasificar la plaga como prioritaria. Por ejemplo se citan impactos económicos directos e indirectos, impactos en el empleo, efectos sobre la biodiversidad y los servicios eco-sistémicos, cambios a largo plazo en el uso de productos fitosanitarios, o impactos a gran escala en especies importantes de árboles de gran importancia paisajística o para el legado cultural o histórico de la Unión.

La estimación de estas repercusiones es complicada por la falta de datos en muchos casos y la falta de desarrollo de metodologías de impacto.

La estimación del impacto económico debe incluir los efectos directos e indirectos. Los efectos directos incluyen las pérdidas de rendimiento y calidad de la cosecha. Para estimar estos efectos se necesitan datos sobre la posible distribución territorial de la plaga si se establece en la UE (datos derivados de modelos climáticos y de entrada/establecimiento que serán proporcionados por la EFSA en lo posible). Seguidamente hacen falta datos (necesariamente de terceros países o ensayos experimentales) que indiquen los posibles efectos en rendimiento y calidad en las regiones europeas (con las herramientas de control de las que se dispone actualmente). Esta estimación puede aún hacerse más compleja si se introduce la dinámica temporal de entrada y dispersión de la plaga por el territorio UE. Por el momento se plantea estimar los

impactos económicos directos en el escenario de dispersión máxima posible (que correspondería a un máximo de impacto económico directo).

Los impactos económicos indirectos ocurren en los mercados (cambios en oferta y demanda) y precios, así como en las exportaciones que pueden verse bloqueadas por la aparición de plagas de cuarentena. Si el impacto directo en producción es suficientemente alto para reducir sensiblemente la oferta, pueden producirse efectos en precios de mercado ya sea al alza (si el producto es fundamentalmente para consumo doméstico) o a la baja si el producto es fundamentalmente destinado a exportación, ésta es bloqueada pero se permite su redirección a consumo doméstico. Estos cambios de mercado y precios causan impactos en sectores económicos que utilizan la materia prima agraria (industria agroalimentaria etc) y en el consumidor final. Ni que decir tiene que si la estimación de los impactos directos es complicada y cargada de incertidumbre, la estimación de los impactos indirectos es aún más difícil por la necesidad de disponer de modelos económicos del sector agrícola UE que incluyan el cultivo afectado.

De entre los impactos sociales que pueden medirse cuantitativamente se puede destacar el impacto en empleo, aunque los datos son difíciles de obtener en muchos casos. En cuanto a impactos en seguridad alimentaria, es muy improbable que existan repercusiones graves en una zona desarrollada como la UE, pero se puede cuantificar la contribución a la dieta media de los cultivos afectados por la plaga. El impacto en el patrimonio histórico y cultural, incluido el paisaje, es necesariamente complejo de analizar y por lo tanto se tratará de analizar si los impactos afectan a zonas clasificadas por la UNESCO como patrimonio de la humanidad, a producciones con indicaciones geográficas protegidas o a zonas de manejo sostenible certificado en el caso de especies forestales.

En cuanto a impactos medioambientales, se evaluarán a través de indicadores relacionados con la utilidad de las especies en el ámbito de control de la erosión, del mantenimiento de biodiversidad, de la presencia de la especie afectada en áreas protegidas y su uso como ornamental en zonas verdes urbanas.

En la presentación se introducirá la metodología y la definición de indicadores que permitan evaluar las repercusiones listadas anteriormente. Se darán datos preliminares de los impactos calculados con esta metodología para una serie de casos piloto. Se espera evaluar en 2019 una lista de unas 30 plagas de cuarentena que permita comparar sus impactos a nivel UE.





## AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES?

**Estefanía Hinarejos Esteve**

*Directora General. IBMA España*

*(International Biocontrol Manufacturers Association, España)*

El 24 de noviembre del año 2009, sale publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea, la 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.

Han pasado ya 10 años desde entonces y solo podemos hablar de cambios reales respecto a la disminución progresiva de materias activas autorizadas para poder mantener nuestros cultivos en óptimas condiciones fitosanitarias.

10 años en los que sigue faltando entendimiento especializado, legislación adecuada, procedimientos y requisitos de datos justos y adaptados a un sector e industria en pleno crecimiento, predominantemente basado en la PYME, y que además es la pieza fundamental, necesaria para conseguir un entorno agronómico que palie y minimice los efectos que la intensificación agrícola ejerce sobre el medio ambiente y la salud humana y que a la vez equilibre la necesidad de alimentos de buena calidad para una población en crecimiento, respetando la biodiversidad ecológica y el ecosistema de forma global.

10 años en los que podemos hablar a pesar de ésto, de grandes casos de éxito cuando nos referimos al término "Control Biológico" y a "Productos de Biocontrol", terminología que abarca distintas categorías de productos, y terminología no siempre bien entendida ni reflejada en los marcos regulatorios actuales.

Se trata de una categoría de productos no cerrada, abierta a nuevas tecnologías, pero con un punto de partida principal: su bajo impacto medioambiental, y el estar en línea con los objetivos de la Directiva de Uso Sostenible. Una tipología de productos que lleva implícito un factor de innovación, la inspiración en la naturaleza y un bajo impacto medioambiental cuando hablamos de evaluación de riesgo:

- Microorganismos empleados como agentes de control biológico – bacterias, hongos, levaduras, oomicetos, virus y protozoos.
- Sustancias Naturales (Extractos Botánicos y Productos Naturales que incluyen extractos de plantas, extractos microbianos, sustancias producidas por microorganismos, sustancias derivadas de animales, elementos y compuestos naturales).

- Semioquímicos
- Agentes de Control Biológico Invertebrados (OCB's o macroorganismos) – insectos beneficiosos, ácaros depredadores y nematodos entomopatógenos.

Desde un punto de vista regulatorio, cada uno de estos grupos de productos, sufre su particular idiosincrasia, y sus novedades y avances en el terreno de la investigación y desarrollo, no siempre acompañados por avances en el terreno regulatorio.

Evaluemos caso a caso, la particularidad de cada uno de estos grupos de productos:

## **1) MICROORGANISMOS Y SUSTANCIAS NATURALES**

Respecto al grupo de productos microbianos y sustancias naturales, ambos se regulan por la vía del Reglamento 1107/2009/EC, encontrando que a pesar de los grandes éxitos de este sector (caso de los numerosos productos a base *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Trichoderma* spp....así como formulados a base de azadiractinas o piretrinas naturales), pocas son las novedades cuando hablamos de crecimiento en el Mercado Europeo. El motivo fundamental radica en dicho Reglamento y en las medidas que los distintos Estados Miembros están tomando para potenciar este sector.

A fecha de hoy, bajo el Reglamento 1107/2009 y con la publicación de los nuevos criterios para identificar sustancias bajo riesgo (Reglamento 2017/1432 del 7 de agosto 2017), de momento, solo 13 sustancias activas aparecen registradas en la base de datos fitosanitaria Europea, como BAJO RIESGO:

Tabla 1. Fuente: Base de datos fitosanitaria Europea - Sustancias activas (Fecha 26/11/2018)

<b>NUEVAS SUSTANCIAS ACTIVAS APROBADAS COMO BAJO RIESGO</b>	<b>CATEGORÍA</b>
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa FZB24	FUNGICIDA
<i>Coniothyrium minitans</i> cepa CON/M/91-08 (DSM 9660)	FUNGICIDA
<i>Isaria fumosorosea</i> Apopka cepa 97 (antiguamente <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> )	INSECTICIDA
Mild Pepino Mosaic Virus aislado VC 1	ELICITOR
Mild Pepino Mosaic Virus aislado VX 1	ELICITOR
<i>Pasteuria nishizawae</i> Pn1	NEMATICIDA
Pepino mosaic virus strain CH2 aislado 1906	INOCULACIÓN VÍRICA

<i>Trichoderma atroviride cepa SC1</i>	FUNGICIDA
<i>Saccharomyces cerevisiae cepa LAS02</i>	FUNGICIDA
<i>COS-OGA</i>	FUNGICIDA
<i>Cerevisane</i>	ACTIVADOR
<i>Laminarina</i>	ELICITOR
<i>Fosfato férrico</i>	MOLUSQUICIDA

A pesar de las ventajas de este tipo de materias activas y del histórico uso seguro de muchos de ellos (caso de diferentes cepas de *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium muscarium*, o *Trichoderma* spp., etc...), en la actualidad, no encontramos incentivos (ni reducción en la generación de datos ni proceso de registro acelerado), sino más bien problemas, que no solo son los comunes al resto de productos fitosanitarios (altos costes y tiempos, ambos impredecibles) sino que además vienen agravados por las características particulares de este tipo de producto, característico de una industria más bien PYME, con alta inversión en I+D y con alta especificidad cuando nos referimos a su uso.

- Ejemplo de estas trabas adicionales en España, es el hecho de que por defecto se considere que un microorganismo es "potencialmente sensibilizante", con lo que aquí en España, no se autoriza su aplicación en zonas verdes (parques, jardines, zonas de césped públicos como campos de futbol, campos de golf, etc.) ni en espacios de uso privado (jardines particulares, huertos particulares). ¡Qué contradicción cuando lo que estamos intentado es dotar a los usuarios de herramientas adecuadas, sobre todo en dichos ámbitos de uso, y cumplir con la Directiva de Uso Sostenible!
- También debemos añadir, que no se diferencian como alternativa al control químico en las diferentes guías de Gestión Integrada de Plagas (GIP), cosa que sí ocurre en otros países, hecho que tampoco ayuda.

El pasado 27 de julio de 2018, se publica en el Diario Oficial de la Unión Europea una COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN (2018/C 265/02) relativa a una lista de sustancias activas potencialmente de bajo riesgo aprobadas para uso fitosanitario.

Esta lista se establece con fines informativos, mediante la selección de sustancias aprobadas para su cumplimiento con los requisitos del Artículo 22 y específicamente los criterios de bajo riesgo, y han pasado un examen previo realizado por la Comisión con la asistencia del Grupo de trabajo sobre sustancias y productos de bajo riesgo.

Se trata de una "llamada de atención a los Estados Miembros" haciendo notar que estas sustancias activas ya han sido revisadas por la Comisión y por el Grupo de Trabajo Bajo Riesgo, y que se trata de sustancias que tienen "potencial" para poder considerarse de esa forma. Aparece además al final del mismo, recomendaciones a seguir por parte de los Estados Miembros:

"...los productos fitosanitarios que contengan las sustancias enumeradas no pueden autorizarse como productos de bajo riesgo, y las disposiciones legales específicas para los productos de bajo riesgo no les son aplicables. No obstante, los Estados miembros podrán emplear la lista como consideren apropiado para informar a los usuarios y a otras partes interesadas, así como para promover de forma más eficiente el uso de productos fitosanitarios con sustancias de menor riesgo con el fin de contribuir a la consecución de los objetivos de la Directiva 2009/128/CE."

Bajo el Reglamento actual, una sustancia no es de bajo riesgo, hasta que no ha sido evaluada y aceptada en la lista de sustancias activas "bajo riesgo" (ver tabla 1); Pero en este texto, se alega a la responsabilidad y proactividad que los Estados Miembros quieran demostrar, y se recomienda que INFORMEN Y PROMUEVAN SOBRE EL USO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS CON SUSTANCIAS DE MENOR RIESGO, QUE SON TODAS LAS SUSTANCIAS INCLUIDAS EN DICHA LISTA :

<b>Sustancias Activas QUE SE ESPERA QUE CUMPLAN LOS CRITERIOS DEL ART. 22 DEL R1107/2009</b>	
<b>Microorganismos</b>	<b>Otras sustancias</b>
<i>Granulovirus de Adoxophyes orana, cepa BV-0001</i>	Sulfato de aluminio y amonio
<i>Ampelomyces quisqualis, cepa AQ10</i>	Acetato de amonio
<i>Bacillus amyloliquefaciens, subespecie plantarum, cepa D747</i>	Ácido ascórbico
<i>Bacillus firmus, cepa I-1582</i>	Harina de sangre
<i>Bacillus pumilus, cepa QST 2808</i>	Carbonato de calcio
<i>Bacillus subtilis, cepa QST 713</i>	Residuos de la destilación de grasas
<i>Bacillus thuringiensis, subespecie Aizawai, cepas ABTS-1857 y GC-91</i>	Ácidos grasos C7 a C20
<i>Bacillus thuringiensis, subespecie Israeliensis (serotipo H-14), cepa AM65-52</i>	FEN 560 (semillas de fenogreco en polvo)
<i>Bacillus thuringiensis, subespecie Kurstaki, cepas ABTS 351, PB 54, SA 11, SA12 y EG 2348</i>	Extracto de ajo
<i>Beauveria bassiana, cepas ATCC 74040 y GHA</i>	Ácido giberélico
	Giberelina
	Heptamaloxiloglucano
	Proteínas hidrolizadas

<i>Candida oleophila</i> , cepa O	Piedra caliza
<i>Granulovirus de Cydia pomonella</i> (CpGV)	Maltodextrina
<i>Gliocladium catenulatum</i> , cepa J1446	Residuos de extracción de polvo de pimienta
<i>Nucleopoliedrovirus de Helicoverpa armigera</i> (Hear-NPV)	Aceites vegetales/aceite de colza
<i>Lecanicillium muscarium</i>	Hidrogenocarbonato de potasio
(anteriormente: <i>Verticillium lecanii</i> ), cepa Ve6	Prohexadiona
<i>Metarhizium anisopliae</i> , var. <i>anisopliae</i> , cepa BIPES-CO 5/F52	Arena de cuarzo
<i>Phlebiopsis gigantea</i> (diversas cepas)	Repelentes (por el olor)
<i>Pythium oligandrum</i> , cepa M1	de origen animal o vegetal/ aceite de pescado
<i>Virus de la poliedrosis nuclear de la Spodoptera exigua</i>	Repelentes (por el olor)
<i>Nucleopoliedrovirus de Spodoptera littoralis</i>	de origen animal o vegetal/ grasa de ovino
<i>Streptomyces</i> K61 (anteriormente <i>S. griseoviridis</i> )	Extracto de algas marinas
<i>Trichoderma asperellum</i> (anteriormente <i>T. harzianum</i> ), cepas ICC012, T25 y TV1	(antes algas marinas y extracto de algas marinas)
<i>Trichoderma asperellum</i> , cepa T34	Silicato de sodio y aluminio
<i>Trichoderma atroviride</i> (anteriormente <i>T. harzianum</i> ), cepas IMI 206040 y T11	Cadena lineal de feromonas de lepidópteros
<i>Trichoderma atroviride</i> (anteriormente <i>T. harzianum</i> ), cepas IMI 206040 y T11	Azufre
<i>Trichoderma asperellum</i> , cepa I-1237	Urea
<i>Trichoderma gamsii</i> (anteriormente <i>T. viride</i> ), cepa ICC080	
<i>Trichoderma harzianum</i> , cepas T-22 e ITEM 908	
<i>Trichoderma polysporum</i> , cepa IMI 206039	
<i>Verticillium alboatrum</i>	
(anteriormente <i>Verticillium dahliae</i> ), cepa WCS850	
<i>Virus del mosaico amarillo del calabacín</i> , cepa débil	

Fuente: DOUE (COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN (2018/C 265/02) relativa a una lista de sustancias activas potencialmente de bajo riesgo aprobadas para uso fitosanitario

La Comisión lista aquí hasta 31 cepas microbianas y otras 24 sustancias “antiguas”, muchas de ellas en la fase 4 de renovación y que según indica la nota de la Comisión, se listan “con el fin de contribuir a la consecución de los objetivos de la Directiva 2009/128/CE.”

¡Qué paradoja que nuestro Ministerio de Sanidad limite su uso en determinados espacios y para uso no profesional!

Otro tema a analizar, son los criterios de “bajo riesgo” en lugar de una lista específica de criterios de “bajo impacto”. A nivel de producto, se excluyen como producto “bajo riesgo”, los productos con sustancias activas de bajo riesgo, pero con medidas específicas de mitigación de riesgos. Esto se traduce en un “filtro” adicional sobre las sustancias activas de bajo riesgo, que de hecho impacta gravemente en la lista final de productos elegibles. Algunas sustancias activas tienen productos finales diferentes, con diferentes clasificaciones (arbitrarias, falta de datos, inconsistencia de la evaluación...), y esto resulta en una selección muy arbitraria de productos finales.

Respecto a los criterios para determinar si una sustancia es de bajo riesgo o no, en el ANEXO II, punto 5 del Reglamento 1107/2009/EC quedaban descritos los criterios para que una sustancia activa pudiese ser aprobada como bajo riesgo.

La Comisión dejó abierta la puerta a la revisión de los criterios de bajo riesgo, pues no acababan de estar bien adaptados a la tipología de producto que realmente se merece y se podía acoger a esta categoría de riesgo, ya que con los criterios originales, algunas sustancias que no serían del todo adecuadas desde el punto de vista ecotoxicológico no eran excluidas, y por otra parte, algunas sustancias de biocontrol, quedaban excluidas.

En Marzo de 2017 la SCPAFF aprueba por unanimidad los nuevos Criterios para la aprobación de sustancias activas de bajo riesgo, siendo publicados el 7 Agosto 2017 en el Reglamento 2017/1432 los NUEVOS criterios para la aprobación de sustancias activas bajo riesgo.

A efectos prácticos y con estos nuevos criterios, se pueden concluir los siguientes puntos respecto a los criterios que debe cumplir una determinada sustancia activa de biocontrol, para poder considerarse como bajo riesgo:

- Sustancias naturales: exentas de los criterios ambientales de persistencia y bioconcentración (anexo 5.1.2).
- Semioquímicos: bajo riesgo pero deben cumplir todos los criterios de bajo riesgo para los productos químicos (anexo II.5.1.3).
- Microorganismos – bajo riesgo a menos que la cepa haya demostrado resistencia múltiple a los antimicrobianos utilizados en medicina humana o veterinaria.

- Baculovirus – bajo riesgo a menos que una cepa haya demostrado efectos adversos en insectos no diana

Como sector, seguimos motivados porque creemos en lo que hacemos, y somos conocedores de grandes casos de éxito, que a veces solo llegan a ver la luz, en otros países no europeos.

Seguimos motivados porque creemos en lo que hacemos; pero no incentivados, pues los incentivos que actualmente existen para acometer este tipo de proyecto, son muy bajos, y ni siquiera se cumple actualmente el artículo 47.3 de los 120 días para productos formulados con sustancias activas INCLUIDAS COMO BAJO RIESGO.

En definitiva, creemos que la regulación para la puesta en el mercado de materias activas a base de microorganismos, deben adaptarse a las características de este tipo de sustancias, de tal manera que se favorezcan la puesta en el mercado de nuevas cepas, y de aquellas que ya estén en proceso. Eso sí, manteniendo siempre unos mínimos estándares de calidad y seguridad tanto para la salud del consumidor como para el medioambiente.

## 2) SEMIOQUÍMICOS:

Respecto a las actividades en marcha en terreno regulatorio, destacar que en la COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN (2018/C 265/02) nombrada en el apartado anterior (relativa a una lista de sustancias activas potencialmente de bajo riesgo aprobadas para uso fitosanitario), las SCLPs (Straight Chain Lepidopterna Pheromones o Cadenas lineales de feromonas de lepidópteros), están igualmente incluidas en dicha lista, y consideradas potencialmente de bajo riesgo.

Respecto al REGLAMENTO (UE) 2017/1432 DE LA COMISIÓN de 7 de agosto de 2017 que modifica el Reglamento (CE) 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios por lo que respecta a los criterios para la aprobación de sustancias activas de bajo riesgo, lo que se dice específicamente en el texto es:

*Los semioquímicos, sustancias emitidas por plantas, animales y otros organismos, que se utilizan en la comunicación entre especies y dentro de una misma especie, tienen un modo de acción específico y no tóxico y se producen de forma natural. En general son eficaces en cantidades muy bajas, a menudo comparables con niveles que se producen de forma natural. A la luz de los conocimientos científicos y técnicos actuales, conviene establecer también que los semioquímicos deben considerarse sustancias de bajo riesgo.*

El problema de estos criterios es que no confieren automáticamente esta clasificación como "bajo riesgo", porque acorde al anexo 5.1.3, necesitan cumplir con todos los criterios exigidos a las materias activas químicas:



*5.1.3. Las sustancias activas distintas de los microorganismos emitidas y utilizadas por plantas, animales u otros organismos a efectos de comunicación se considerarán de bajo riesgo cuando no correspondan a ninguna de las categorías contempladas en las letras a) a d) del punto 5.1.1.*

Estos criterios de bajo riesgo, están formulados como "criterios de exclusión" ; es decir, que una sustancia activa que cumpla al menos uno de ellos (ver texto del Reglamento), no pueden considerarse como Bajo Riesgo.

Aún así, se han conseguido avances a nivel regulatorio, aunque siguen siendo avances insuficientes, si lo que queremos es promover el uso de estas herramientas: el SANTE/12815/2014 rev. 5.2 'Guidance Document on Semiochemical Active Substances and Plant Protection Products' es un documento guía, pero que plantea las bases de una evaluación que considera en tiempos y forma, una visión bajo riesgo de los semioquímicos como fitosanitarios de bajo riesgo. Esta guía ya se considera para dosieres de inclusión de nuevas sustancias activas semioquímicas, presentadas a partir del 1 de enero de 2017.

La guía se basa en el modo de aplicación y la exposición (comparada con los niveles de exposición naturales), y en el modo de uso, indicando que los semioquímicos no se consideran sustancias activas, cuando se usan solo para atraer artrópodos que posteriormente reciben una dosis letal de insecticida o se eliminan por otros medios (como en forma de cebo).

Al hilo de lo aquí expuesto, y respecto a la situación nacional, el pasado 26 de mayo de 2017, se publicó el NUEVO RD 534/2017, por el que se modificó el RD 951/2014.

El objeto y ámbito de aplicación del RD 534/2017 incluye en su ámbito de aplicación medios o dispositivos de monitoreo no vinculados al control de plagas, y excluye las sustancias, productos y preparados que entren en el ámbito de aplicación del reglamento CE 1107/2009. El monitoreo, NO está incluido en el ámbito de aplicación de dicho reglamento.

A pesar de que dicho RD ya incorpora para monitoreo, nuevas sustancias que anteriormente no estaban amparadas an el anterior RD 951/2014 (feromonas incluidas en anexo I según 1107/2009/EC), este nuevo RD sigue poniendo trabas al uso del monitoreo con determinadas sustancias (atrayentes alimenticios por ejemplo).

En dicho RD 534/2017, se especifica que en respuesta a las consultas realizadas, y realizando una interpretación del Dictamen motivado, la Comisión Europea ha indicado que las sustancias semioquímicas (incluyendo las feromonas), están exentas de registro al amparo del Reglamento (CE) nº1107/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, siempre y cuando fueran utilizadas como medios de monitoreo.

Lo mismo debía aplicar a cualquier sustancia alimentaria atrayente, tratándose además de sustancias que llevan décadas utilizándose a nivel mundial como herramienta de monitoreo.

Las herramientas de monitoreo son piezas clave en la buena implementación de la DUS y nunca se han tratado como producto fitosanitario, porque no lo son. De hecho, no aparece listado específico en el reglamento ecológico, y sin embargo, es obvio y necesario su uso. Tampoco se requiere registro propiamente dicho para comercialización de estas herramientas en el resto de Europa, siendo España el único país de la UE que lo exige.

La interpretación de esta administración del RD 534/2017 impide la posibilidad de comercialización bajo este marco regulatorio de atrayentes alimenticios como el vinagre, acetoina, azúcares y otras sustancias de uso habitual alimentario, que se comercializan libremente en el resto de Europa exentos de registro y que pueden utilizarse como atrayentes y cebos alimenticios:

- a. Sustancias que pueden utilizarse como atrayente, pero que están excluidas por estar también reguladas (por su uso como fitosanitario, bien como sustancia activa, bien como sustancia básica), según la 1107/2009:
  - i. Acido acético (sustancia activa fitosanitaria)
  - ii. Vinagre (sustancia básica)
  - iii. Sacarosa (sustancia básica)
  - iv. Fructosa (sustancia básica)
  - v. Fosfato diamónico (sustancia básica)
  - vi. Proteínas hidrolizadas (sustancia activa fitosanitaria)
  - vii. Eugenol (sustancia activa fitosanitaria)
  - viii. Extracto de ajo (sustancia activa fitosanitaria)
  - ix. Extracto del árbol del té (sustancia activa fitosanitaria)

Cualquier producto tipo aroma o sustancia de base autorizada en la industria alimentaria, esté incluido o no como sustancia activa o como sustancia básica, siempre y cuando su uso sea el correspondiente según el RD 534/2017 (monitoreo), debería poder ser autorizada para su comercialización bajo dicho marco.

La definición de semioquímico según artículo 5 del RD 534/2017 "Se considerarán sustancias semioquímicas todas aquellas sustancias o mezclas de sustancias emitidas por plantas, animales u otros organismos que provoquen un comportamiento o una respuesta fisiológica en individuos de la misma u otras especies" puede dar cabida a distintas interpretaciones dando también cabida a las siguientes sustancias:

- Acetato de Amonio – esencial para el monitoreo de *Rhagoletis cerasi*, *Ceratitis capitata* y otros dípteros.
- Fosfato de amonio, bicarbonato de amonio... (incluidos como sustancia básica)
- Proteínas hidrolizadas

Respecto a las proteínas hidrolizadas, se adaptan a la definición de semioquímico por la propia naturaleza de la sustancia ya que forman parte de todas las células animales, son biodegradables y no tienen función o actividad insecticida. Cuando se degradan en metabolitos más simples, tampoco tienen actividad insecticida.

Respecto a su modo de acción para su uso en monitoreo, cuando se colocan dentro de una trampa, el formulado atrae mediante su olor característico a las moscas, que entran en la trampa y no pueden escapar. Mueren por ahogamiento en el líquido. Por lo tanto, provocan una respuesta fisiológica en individuos de otras especies, ya que se emiten al medio modificando el comportamiento de las moscas, que en lugar de atacar al fruto, van hacia el líquido atrayente. En la naturaleza, las proteínas hidrolizadas pueden ser emitidas por diferentes restos de origen animal o vegetal que están en inicio de fase de descomposición y resultan una señal química para las hembras de mosca al identificarlas como fuente potencial de alimento.

Las feromonas se pueden considerar sustancias emitidas por organismos vivos, pero también son productos de síntesis. Cualquier molécula de síntesis idéntica a la molécula emitida equivale al producto natural, como sería también el caso de las Proteínas hidrolizadas.

En noviembre de 2016, la Comisión Europea publicó el borrador SAN-TE/12376/2015 mediante el cual se pretende modificar el actual reglamento CE Nº 1107/2009. En el punto 7) incluye la definición de semioquímico, añadiendo que son sustancias con una diana específica, no tóxicas y que ocurren en la naturaleza, efectivas a dosis bajas. Por lo tanto, es apropiado que este tipo de sustancias se consideren de bajo riesgo.

Otros ejemplos de sustancias combinadas que se pueden utilizar para monitoreo de plagas específicas, y que pueden basarse en los mismos argumentos son:

- Acetato amónico + Trimetilamina (atrayente alimentario de *Ceratitis capitata* (machos y hembras)
- Trimedlure (para-feromona / kairomona); atrayente de *Ceratitis capitata* (macho), de uso obligatorio en monitoreo para cítricos con destino exportación EE.UU)
- Acetato amónico + putrescina (atrayente alimentario de *Anastrepha* sp., uso para monitoreo / detección de moscas de la fruta exóticas, en fronteras, puertos y aeropuertos)

- Trampa + Cebo ; Etanol+ Acetona + Methionol (atrayentes alimentarios para el monitoreo de *Drosophila suzukii*)
- -(etil-2,4-decadienoato), para monitoreo de carpocapsa.

NOTA:

A fecha 12 de diciembre 2018 se comunicó la respuesta de la Comisión a la consulta que en referencia a dicho asunto, en la que indican que:

- Siempre y cuando los atrayentes se utilicen únicamente para el monitoreo de la población de insectos, dichos atrayentes no se considerarán productos fitosanitarios.
- Cuando los atrayentes se utilicen para trampeo masivo, se considerarán productos fitosanitarios y su sustancia activa deberá ser autorizada de conformidad con el R 1107/2009.

Por parte del MAPA se comunica que basándose en esa interpretación, se aplicarán para los atrayentes alimenticios las mismas condiciones establecidas para la comunicación de sustancias semioquímicas en el RD 951/2014 a través de su modificación por el RD 534/2017; es decir, en la etiqueta debe quedar claro su uso exclusivo para monitoreo y debe aparecer el número máximo de trampas o difusores por hectárea (en caso de ser superior a 3, deberá aportarse además la documentación justificativa de que el número de trampas/ha propuesto sólo sirve con fines de monitoreo).

Todo esto aquí nombrado, son herramientas o métodos biotécnicos de control de plagas.

Es objetivo de la DUS es el promover el uso de estas técnicas alternativas o "determinados medios de defensa fitosanitaria". Para ello, sería conveniente el revisar las veces que sean necesarias el RD 534/2017, con el fin de eliminar trabas al uso del monitoreo, ya que dichas herramientas son pilares fundamentales para una correcta implementación de cualquier programa basado en una guía GIP.

Respecto a las aplicaciones fitosanitarias de los semioquímicos, las estrategias de trampeo masivo surgieron en los países del arco mediterráneo en los años 80 como un sistema alternativo y eficaz al uso extensivo de aplicaciones de insecticidas, que hasta entonces se planteaban como única estrategia abordable para el control de moscas de la fruta. Los programas de pulverización de insecticidas, ya fueran aéreas o localizadas, acababan provocando desequilibrios en los sistemas agrícolas, prejuicios en la fauna útil, y riesgos tanto en la salud del aplicador como del consumidor final.

La captura masiva consiste en la colocación de una alta densidad de trampas cebadas con sustancias atrayentes con el fin de atraer y capturar la mayor cantidad de adultos, disminuir la población plaga por debajo del umbral de daño y reducir el número de aplicaciones de productos fitosanitarios para su control.

Además, el uso de atrayentes alimenticios líquidos confiere dos ventajas añadidas. Por un lado, los atrayentes líquidos no necesitan ni en su formulación ni en su uso, el empleo de ninguna sustancia insecticida. Por otro lado, puesto que funcionan por emisión de compuestos volátiles proteicos, suelen atraer mayoritariamente individuos hembras (agente reproductor y responsable del daño en la fruta).

En comparación a un programa de tratamientos reiterados de insecticidas, la estrategia de captura masiva consigue reducir significativamente el nivel de plaga de la parcela, así como los daños en fruto incluso a un nivel inferior que el programa estándar insecticida (ej. Malatión), con la ventaja de reducir a la vez los residuos químicos, la generación de resistencias, así como el coste económico y medioambiental de la gestión de materias activas insecticidas.

En los últimos tiempos, el sistema de trapeo masivo ha ido sustituyendo al programa de aplicaciones recurrentes de insecticidas, presentándose como una herramienta complementaria dentro de la gestión integrada de plagas (IPM) y ofreciendo una opción eficaz y económicamente viable para el óptimo control de las moscas de la fruta.

### **3) MACROORGANISMOS:**

La comercialización de los organismos de control biológico, que incluyen los insectos beneficiosos, ácaros depredadores y nemátodos entomopatógenos, como medios de defensa sanitaria, se encuentran regulados por el Real Decreto 951/2014, de 14 de noviembre. Esto no se ha modificado desde entonces, siendo el proceso de registro bastante sencillo, al menos para las especies autóctonas, y ello ha permitido el desarrollo de avances y novedades. No obstante, existen dos grandes dificultades para el futuro próximo, como es la aplicación del Protocolo de Nagoya, así como la dificultad del registro de especies exóticas, que pueden comportar un fuerte retraso entre la selección de un enemigo natural y su comercialización. La primera implica que los organismos de control biológico se consideren recursos genéticos y solo pueden ser intercambiados entre países, pero los protocolos para estos intercambios no se han finalizado, y ello se traduce en una casi completa parada de los programas de exploración de enemigos naturales (Riudavets et al., en prensa).

A pesar de las dificultades mencionadas, el control de plagas y enfermedades mediante enemigos naturales (ácaros e insectos) es un hecho más que asentado en el caso de plagas aéreas y en cultivos protegidos, como se demuestra cada día en el sudeste español. La mayoría de los programas de control biológico

gico se basan en la introducción de auxiliares procedentes de crías. Entre los factores clave del éxito, además de la investigación y desarrollo necesarias, así como la formación (extensión), se encuentra una mejora de los sistemas productivos con una profesionalización de las empresas.

Entre los últimos avances hay dos hechos novedosos o de reciente implantación que podemos destacar en este campo, el control biológico por conservación, y la mejora de sistemas de suelta e implantación de los auxiliares en los cultivos, con la introducción de alimentos alternativos para favorecer el desarrollo de las poblaciones de los depredadores y su eficacia. Todo ello ha redundado, además, en la posibilidad de desarrollar programas exitosos no solo para cultivos protegidos, pero también al aire libre, como es el control biológico de plagas en cítricos.

En primer lugar sobre el control biológico de conservación, hay que mencionar que en el sureste ibérico encontramos una gran diversidad vegetal (más de 1900 especies de plantas superiores), por lo que contamos con un amplio abanico de posibilidades a la hora de seleccionar setos vegetales, los cuales pueden cumplir varias funciones en el cultivo como cortavientos, apantallamiento acústico, control de la erosión, pero es destacable el refugio de fauna auxiliar para el control de plagas y repelente de insectos,...de crucial importancia en las estrategias de control biológico de plagas. Estas plantas actúan tanto de fuente de dispersión de semillas que favorece a las poblaciones de algunas especies que se encuentran ya amenazadas de desaparición como de refugio y alimento para la fauna auxiliar, al favorecer microclimas más benignos. La implantación de setos se lleva a cabo en el exterior en los laterales y/o frontales del invernadero, y en el interior del mismo, en orillas, caminos o cada cierto número de plantas en líneas de plantación, ayudando claramente la eficacia de los insectos auxiliares.

En segundo lugar, el control biológico en cítricos se ha implantado exitosamente mediante un calendario de sueltas y novedosos formatos, primero debido al máximo control de los ácaros fitófagos con el enemigo natural *Neoseiulus californicus* con su innovador formato de sobres 100% ecológicos y compostables. Y seguidamente, al control de los diaspinos en los cítricos mediante el parasitoide *Aphytis melinus*. Además de la máxima eficacia contra cotonet y melazo, plagas controlables biológicamente mediante el parasitoide *Anagyrus pseudococci* y el depredador *Cryptolaemus montrouzieri*.

En tercer lugar, se ha producido una significativa mejora de los sistemas de suelta y de implementación de los depredadores, destacando la introducción de ácaros presa, que se trata de ácaros plaga de almacén que son totalmente inoocuos para los cultivos, como las especies *Carpoglyphus lactis*, *Tyreophagus entomophagus*, y otros astigmátidos, así como otros alimentos seleccionados para los depredadores, como el polen de *Typha*, entre otros. Éstos son añadidos como alimento suplementario para ácaros fitoseidos, es una técnica

que mejora su establecimiento y por tanto, su eficacia frente a multitud de plagas. Esta técnica se ha probado con éxito en combinación con ácaros depredadores como *Amblyseius swirskii* y *Transeius montdorensis*, que al combinarlo con introducciones de ácaros presa, logran alcanzar mayores niveles poblacionales en el cultivo en un menor tiempo y así, un mejor control de mosca blanca y trips en distintos cultivos como pepino y pimiento, así como en diversos ornamentales. Un ejemplo similar es el de *Neoseiulus californicus* y *Amblyseius andersoni*, ácaros depredadores de araña roja, que mejoran su desarrollo al liberar en el cultivo ácaros presa, lo que hace que se establezca más rápido, y puedan así, controlar la araña roja de una manera preventiva aún más eficaz, como lo constatan diversos estudios realizados en cultivos como pepino y fresa.

A pesar de estos logros alcanzados, es preocupante el retroceso que se ha dado de la superficie bajo control biológico en cultivo protegido de tomate, así como la escasa implementación en cultivos de primavera de ciclo corto, como melón y sandía.

### **CONCLUSIONES:**

Finalmente, no es posible la revolución que estamos esperando, sino somos capaces de combinarlo con un marco legislativo adecuado y suficientes incentivos para esta industria.

Necesitamos dar un nuevo paso y bautizar al "biocontrol" con un nuevo nombre que bien acoja e integre a todas estas nuevas tecnologías: La Bioprotección.

Las tecnologías de bioprotección incluyen herramientas biológicas de protección de plantas para el control de plagas y enfermedades. Se originan en la naturaleza y pueden ser sintéticos pero idénticos a lo encontrado en la naturaleza y, en general, tienen un bajo impacto en la salud humana y medio ambiente. Algunos ejemplos son los microorganismos, semioquímicos, extractos de plantas (productos botánicos) o sustancias naturales.

El término bioplaguicidas se usa a menudo de la misma manera, pero el sufijo "cida" a menudo no describe el (los) mecanismo (s) verdadero (s) de estas sustancias, ya que se trata de sustancias que no "matan" directamente al objetivo, sino que protegen a las plantas.

IBMA propone el uso de estos términos y como IBMA España, también estamos de acuerdo en acuñar y utilizar este nuevo nombre. Un nombre que describe mejor la acción de muchos de nuestros productos, y que sobre todo, nos desmarca y distingue de los "plaguicidas".

Queda demostrado que el biocontrol es una práctica sostenible y rentable, respetuosa con nuestro entorno, que puede ser empleada sola o en combinación con los productos químicos de síntesis.

Es igualmente obvio, que los avances en aspectos regulatorios no se han producido de forma alineada a los científicos, por lo que actualmente, este tipo de soluciones, cuya efectividad de sobra conocemos, sufre un lastre a la hora de ser introducidos en el mercado, y contribuir al bienestar de la sociedad.

Actualmente tenemos graves y serias limitaciones en cuanto a la aparición de resistencias a plagas y enfermedades, reducción de productos convencionales químicos de síntesis autorizados y falta de herramientas para cumplir con los LMR exigidos.

Para garantizar la implementación en la bioeconomía circular en el sector agrícola, deben apoyarse procedimientos de regulación apropiados, simplificados y más rápidos, que brinden al mercado agrícola, soluciones de bioprotección sostenibles.

### **¿Cuáles son las ventajas de la propuesta de nuevas soluciones regulatorias?**

Las ventajas de una nueva regulación apropiada y proporcional basada en el riesgo para estas nuevas tecnologías de bioprotección son:

- Eliminar los costos desproporcionados en comparación con los riesgos.
- Evaluación eficiente del riesgo, vinculado específicamente a las tecnologías de bioprotección.
- Períodos de evaluación más cortos que den como resultado más productos de bioprotección colocados rápidamente en el mercado, reemplazando a otros productos que se consideren preocupantes.
- Existen además importantes beneficios sociales derivados del uso de las tecnologías de bioprotección:
- Responden al deseo social de alimentos seguros, sin residuos y con un impacto mínimo en el medio ambiente (en cumplimiento de la Directiva 128/2009 / CE-DUS)
- Son tecnologías que ayudan a los Estados miembros a implementar sus planes de acción nacionales
- Apoyan el concepto de economía circular.
- Crean oportunidades comerciales y de empleo, apoyando el crecimiento de la industria de las PYME para competir en el mercado mundial.
- Apoyan a nuestros agricultores, para que sean competitivos en el mercado global.



## **¿Qué podemos aprender de otros marcos y mecanismos regulatorios?**

El proceso de la EPA de EE. UU para regular los biológicos, es un ejemplo de sistema creado únicamente para regular este tipo de productos. Es importante destacar que en su proceso, las revisiones son realizadas por evaluadores con experiencia relevante en el tema, y con dedicación absoluta a este tipo de producto. Resultado: en la actualidad, los EE. UU. tienen aproximadamente cuatro veces más bioprotectores disponibles en comparación con la UE.

La FAO está recomendando enfoques regulatorios similares y los han adoptado países como Australia, Brasil, Canadá y China, sistemas y enfoque que además están siendo promovidos por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), una entidad internacional que reúne a treinta y cuatro países.

La UE tiene también un historial de medidas específicas utilizadas en otros marcos regulatorios, que podrían ser de valor añadido para un nuevo procedimiento, simplificado y más rápido para estas tecnologías.

La Agencia Europea de Medicamentos por ejemplo, ha implementado un procedimiento centralizado con la participación de expertos de los Estados miembros. Las autorizaciones en virtud de este reglamento se entregan en 210 días; un procedimiento de evaluación acelerada para terapias innovadoras incluso entrega de evaluaciones dentro de los 150 días. También existe una disposición a través de la agencia para otorgar una autorización de comercialización condicional de forma que se puedan ofrecer beneficios inmediatos a la sociedad. Hay una serie de disposiciones y procedimientos disponibles para tipos específicos de medicamentos. Por ejemplo, para los medicamentos a base de hierbas, se han establecido una serie de disposiciones teniendo en cuenta su naturaleza e historia de uso seguro.

La legislación REACH consiste en expedientes por sustancia activa, que se presentan a una agencia centralizada (ECHA). Los requisitos de datos exigidos se especifican según bandas de cantidades (tonelaje) que equivalen a los niveles de exposición a la sustancia, tanto para humanos como para el medio ambiente. Esto facilita que las soluciones con nichos de mercado reducido, se pongan a disposición pública con un tiempo y un costo regulatorio mucho menor. Como el procedimiento se basa en el principio de notificación, el solicitante debe presentar un expediente, pero puede comenzar a comercializar los productos sin esperar una aprobación. Un pragmatismo similar permitiría particularmente que los productos innovadores de bioprotección producidos por pymes pudiesen entrar en mercados especializados sin costos ni demoras indebidas.

Existen también otros sistemas de regulación en la UE, centralizados y que se utilizan para registro de aditivos para piensos, biocidas y cosméticos y que

tienen procedimientos “especiales” para productos biológicos, con requisitos de datos adecuados, opciones de comunicación con los solicitantes, procedimientos de apelación y, a veces, procesos rápidos.

Debería ser obvio que tales procedimientos simplificados no solo son apropiados para esos otros productos empleados en el marco de la protección vegetal, y regulados dentro de la UE. Sería falso afirmar que estos productos de bioprotección, son realmente especiales y necesitan estándares de protección más altos que otros marcos regulatorios que evalúan la comercialización de medicamentos, alimentos, piensos, biocidas y cosméticos.

Para poder cumplir con los objetivos previstos por la ONU y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la Visión de la OCDE, la armonización (Reg. 1007/2009) y la Directiva de Usos Sostenible en la UE, necesitamos urgentemente un enfoque regulatorio diferente para nuestros “Productos de bioprotección”. También debemos volver a evaluar cómo interpretamos y aplicamos el principio de precaución.

### **¿En qué consistiría un nuevo sistema ?**

Se puede lograr una buena implementación de una regulación simplificada y más rápida mediante un sistema diseñado con los siguientes parámetros:

- Un único organismo en la UE para regular las tecnologías de bioprotección que:
  - Coordine el registro de principio activo y producto de forma conjunta.
  - Garantice que las evaluaciones sean llevadas a cabo por expertos, con la experiencia adecuada y conocimientos científicos en el tema.
  - Que exista un panel de expertos para poder decidir si una tecnología encaja dentro del alcance de esta nueva regulación.
  - Que exista un mecanismo sencillo para que las autoridades de los Estados miembros ratifiquen la autorización de la UE.
- Un nuevo Reglamento que incorpore:
  - Requerimientos de datos proporcionales para cada una de las tecnologías de bioprotección.
  - Evaluaciones paralelas y reconocimiento de aprobaciones bajo otros marcos regulatorios y organizaciones (por ejemplo, REACH, hierbas medicinales, QPS y ECHA, EPA, OECD)
- Transparencia, incluyendo:
  - Fijar plazos que se respeten.
  - Justificación clara de las decisiones.
  - Mecanismo de apelación efectivo y oportuno.

- Costes claros y proporcionales.
  - Relación estrecha entre solicitantes y autoridades desde la etapa previa al envío hasta la decisión final, incluidas las opciones de audiencia y defensa.
  - Posible extensión de la autorización para la plaga o el cultivo objetivo.
  - Reconocimiento de protección de datos.
  - Tiempo de aprobación ilimitada a menos que haya evidencia de efectos adversos.
  - Provisión para autorización de vía rápida.
- Nuevos requisitos de datos que incluyen:
  - Cumplimiento de los principios uniformes que se adaptan a las diferentes tecnologías de bioprotección.
  - Presunción de uso seguro.
  - Una evaluación escalonada con requisitos de datos reducidos y diferenciados justificados por
    - Bajo tonelaje
    - Uso de producto en Nichos de mercado
    - Impacto mínimo para los seres humanos y el medio ambiente,
    - Experiencia y evidencia existentes, incluyendo QPS
    - Caracterización de las sustancias activas
    - Grupo de microorganismos
  - Presunción de exención de LMR a menos que haya pruebas sólidas de un residuo preocupante.

IBMA propone que la UE desarrolle un nuevo marco legislativo apropiado y disposiciones simplificadas con un organismo regulador centralizado especializado, presunción de "uso seguro", evaluación escalonada y requisitos de datos particularizados.

IBMA cree posible un procedimiento centralizado bajo la dirección de este organismo regulador, en el que participen expertos de los Estados miembros, que esté operativo para el año 2021, mientras se cuenta con un acuerdo bajo la 1107/2009 que proteja la viabilidad de los registros actualmente en marcha, hasta que el nuevo Reglamento entre en vigor.

Como resultado, tendremos la Nueva Revolución Verde que todavía estamos esperando: los agricultores tendrán herramientas sostenibles dentro de un programa de Control Integrado de Plagas en el que estas herramientas de Control Biológico o Bioprotección, proporcionarán una producción de alimentos con un impacto mínimo en el ambiente y la salud humana. Esto permitirá a la UE cumplir sus objetivos en cuanto a disponer de un futuro sostenible

en términos agrícolas y alcanzar los objetivos de sostenibilidad que nuestra sociedad exige con urgencia.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- BOE, 2017. Real Decreto 534/2017, de 26 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 951/2014, de 14 de noviembre, por el que se regula la comercialización de determinados medios de defensa fitosanitaria. (Boletín núm. 126, de 27 de mayo de 2017).
- DOUE, 2009a. 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. (Diario Oficial de la Unión Europea L 309/71-86).
- DOUE, 2009b. 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.
- DOUE, 2017. Reglamento (CE) 2017/1432 DE LA COMISIÓN de 7 de agosto de 2017 que modifica el Reglamento (CE) n.o 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios por lo que respecta a los criterios para la aprobación de sustancias activas de bajo riesgo.
- DOUE, 2018. COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN (2018/C 265/02) relativa a una lista de sustancias activas potencialmente de bajo riesgo aprobadas para uso fitosanitario.





# RESISTENCIAS

*Un problema en aumento*

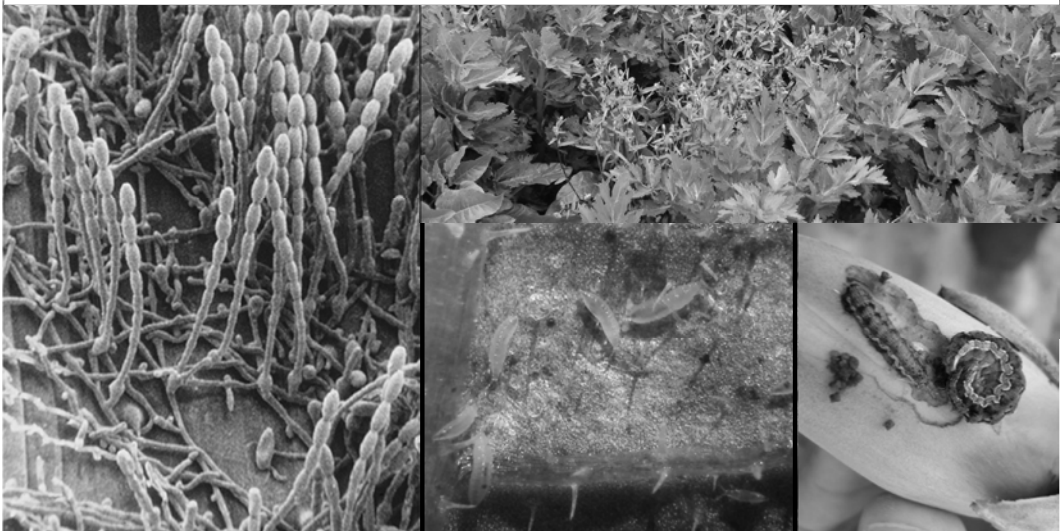
*¿Qué factores influyen?*

*Antonio Monserrat Delgado*

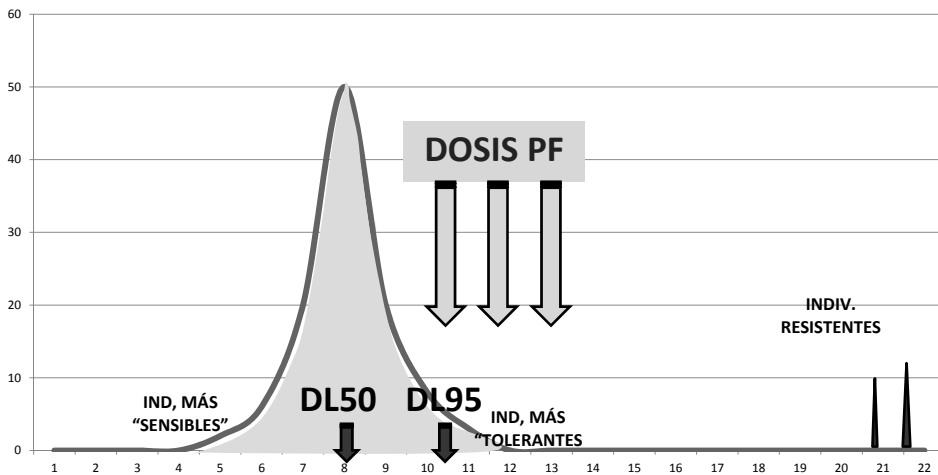


Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario

**RESISTENCIAS - Cambio heredable  
en la sensibilidad de una población  
plaga: fallos del P.F para su control**

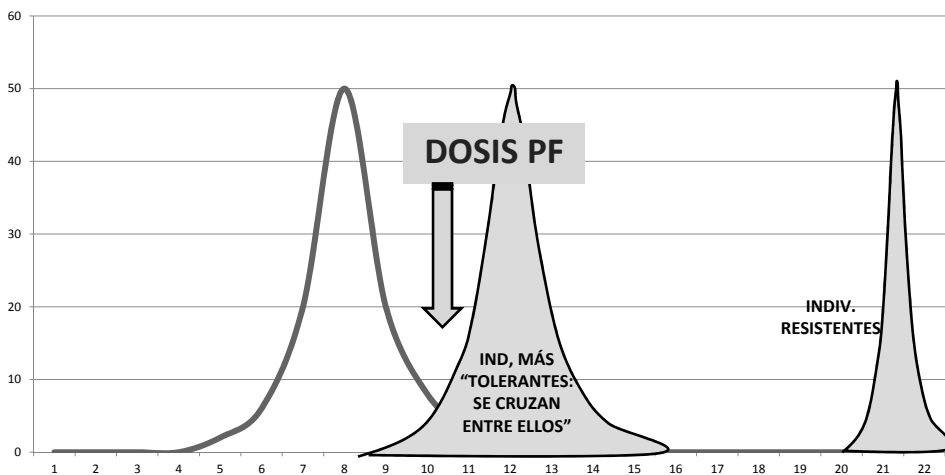


## SENSIBILIDAD POBLACIÓN



- CONCENTRACIÓN PF +

## INCREMENTO DE LA ¿TOLERANCIA? RESISTENCIA

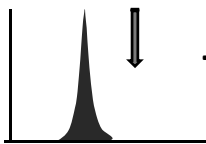


- CONCENTRACIÓN PF +

## 2ª FACTORES QUE DETERMINAN EL RIESGO DE RESISTENCIAS:

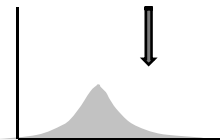
- Intrínsecos a la plaga:  
PLASTICIDAD GEN. POBLACIÓN  
POTENCIAL BIOLÓGICO
- Intrínsecos al P.F.: MoA, especificidad
- Uso del P.F.

## FACTORES QUE DETERMINAN EL RIESGO DE RESISTENCIAS:



- Intrínsecos a la plaga:

PLASTICIDAD GEN. POBLACIÓN





## POTENCIAL BIOLÓGICO “PB” DE LA PLAGA (*capacidad de reproducción*)

$$PB = PROLE \times N^{\circ} GENERACIONES$$

≈ A mayor PB más oportunidades de que se seleccionen poblaciones resistentes

<p><b>HONGOS</b>, En muy poco tiempo: millones de nuevas esporas</p> <p>↓</p> <p><b>¡ALTA CAPACIDAD DE RESISTENCIAS!</b></p>	<p><b>INSECTOS</b>: muy variables</p> 
 	  
<p><b>1:100.000</b></p>	

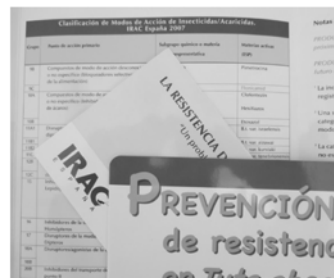
## Intrínsecos al P.F. (m.act)

### - GRUPO (MoA)

- Diferentes probabilidades  
entre Grupos (m.act.)

- Multiacción (M): menos probabilidades

(En Productos formulados se puede conseguir esta acción M, combinando m.act)



MOA	TARGET SITE AND CODE COMMON NAME	GROUP NAME FRAC CODE	CHEMICAL GROUP
<b>COMMENTS:</b> Resistance and cross resistance well known in various Oomycetes but mechanism unknown. <b>High risk.</b> See FRAC Phenylamide Guidelines for resistance management			

## FACTORES QUE DETERMINAN EL RIESGO DE RESISTENCIAS:

- Intrínsecos a la plaga:  
PLASTICIDAD GEN. POBLACIÓN  
POTENCIAL BIOLÓGICO
- Intrínsecos al P.F.: MoA, especificidad

## - CONDICIONES DE USO P.F

- ADECUADAS: bajo riesgo
- INADECUADAS: alto riesgo
  - \* Falta formación "sensibilización"
  - \* Inducidas

## **CONDICIONES ADECUADAS DE USO PF: BAJO RIESGO RESISTENCIAS**

### **1.- ESTRATEGIAS:GIP**

*PF+TECNOLÓGICOS+BIOLÓGICOS+ .....*

### **2º.- BAJA PRESIÓN DE PLAGA**

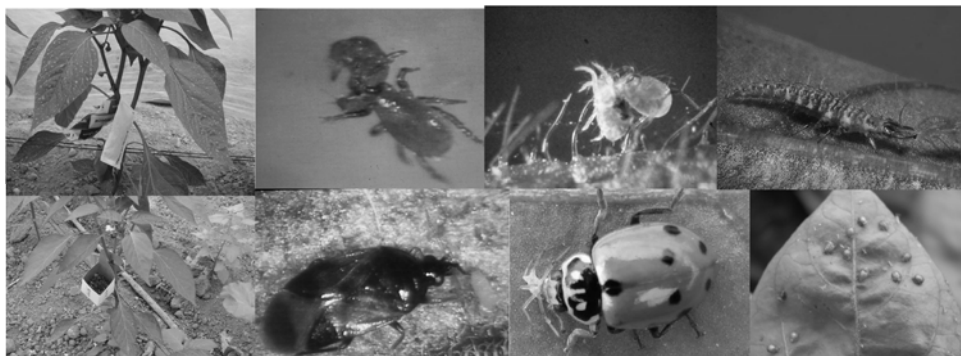
### **3º.- APLICACIONES EFICIENTES**

#### **1. ESTRATEGIAS: GIP**

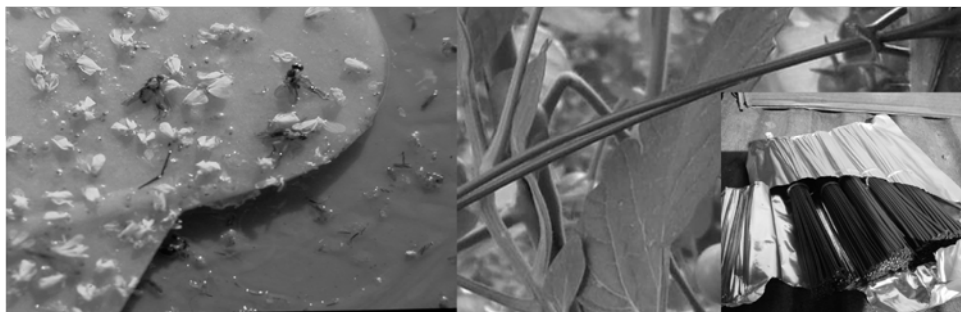
- *Medidas de prevención*
- *Incorporación de CB (auxiliares)*
- *Incorporación CT (feromonas, ...)*
- *Resistencias*
- *MDF*
- *Productos Fitosanitarios*

**CUANTO MÁS VARIADAS SEAN LAS  
HERRAMIENTAS DE CONTROL DE PLAGAS  
UTILIZADAS, MENORES SERÁN LOS RIESGOS  
DE RESISTENCIAS ¿★?**

**¿★ ? Hay cultivos y plagas donde se pueden introducir técnicas de CB, CT, barreras físicas, resistencias, ... y el uso de PF en esporádico: MENOR RIESGO RESISTENCIAS**



**¡LOS MÉTODOS BIOLÓGICOS Y TECNOLÓGICOS SON UTILIZADOS CON PRIORIDAD EN LA AGRICULTURA MÁS PROFESIONAL!**



**PERO HAY MUCHAS PLAGAS: CAPACIDAD DE ADPTACIÓN**



**Y HAY CULTIVOS DONDE NO ES POSIBLE INTRODUCIR DETERMINADAS TÉCNICAS (LOS AUXILIARES LLEGAN A SER PLAGA)**



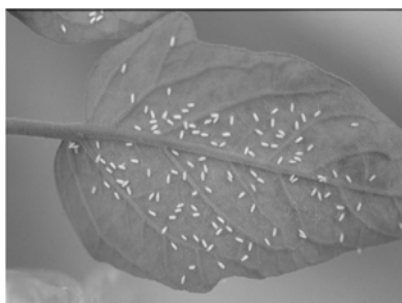
**Productos Fitosanitarios (a pesar de otros medios de prevención y manejo de plagas): son fundamentales**



**2.- APLICACIONES CON BAJA PRESIÓN DE PLAGA: MENORES RIESGOS RESISTENCIAS**

Si la probabilidad individuos resistentes fuera de 1:100.000,

- Bajo riesgo si se aplica sobre una población de 1.000 ind.
- Alto riesgo si se aplica sobre 1.000.000 ind



**..... ADEMÁS DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, REALIZAR LAS APLICACIONES PF A INICIO DE ATAQUE, CON BAJAS POBLACIONES (\*)**

### 3.- APLICACIONES EFICIENTES

EFICACIA POTENCIAL PF : >98% ..... 90% ..... 80% .....

**EFICACIA REAL: 50-90% (>95%) DE LA POTENCIAL**

**%EFIC TRAT. = PF (%Ef.P.) x ( $\leq 1$ ) CALDO**  
(preparación y aditivos) x ( $\leq 1$ ) **APL.** (maquin., aplic.,  
plantación) x ( $\leq 1$ ) **FACT. AMB.** x ( $\leq 1$ ) **OTROS**



**FACTORES QUE DETERMINAN EL RIESGO DE RESISTENCIAS:**

#### **- USO INADECUADO:**

##### **\* Falta formación / sensibilización**

- Mal posicionamiento PF
- Aplicación ineficiente
- Reiteración de mat. activas (\*)

##### **\* Inducidas**

- Falta de herramientas efic. (\*\*)
- Restricciones contraproducentes
- Imposiciones supermercados
- .....

**RESTRICCIONES (LEGALES): TIENE  
QUE HABERLAS, a veces excesivas,  
injustificadas y contraproducentes (USUARIOS CADA  
VEZ MÁS PROFESIONALES)**

- **Dosificación**
- **Cantidades máximas/ha** (tienen que establecerse, pero .....)
- **Nº de usos** (tienen que establecerse, pero .....)
- .....

**DOSIFICACIÓN de PF**

- **POR VOLUMEN DE CALDO O CONCENTRACIÓN**  
(%, mililitros o gramos por litro o 100 litros)
- **POR HECTÁREA**

*Lo importante es la cantidad de m.act. que cae por  
unidad de superficie foliar, con independencia de  
que vaya diluido en más o menos agua (\*)*

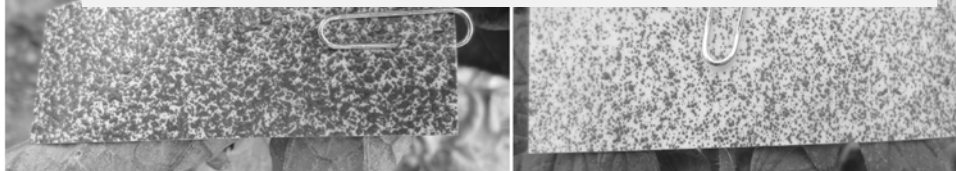


**DOSIFICACIÓN POR VOLUMEN ¿MISMA CONCENTRACIÓN?**

*Óptimo a altos volúmenes de caldo*



**Con esa dosificación, reducir volúmenes de caldo, implica someter a las plagas a dosis subletales: RESISTENCIAS**



**DOSIFICACIÓN POR HECTÁREA ¿MISMA DOSIS?**

*Óptimo plantaciones bajas o de 60 a 100 cc de altura  
(Para gastos de 500-700 L/ha de caldo)*



**Mantener la misma dosis/ha implica sobredosificar y someter a las plagas a dosis subletales: RESISTENCIAS**

## **- IMPOSICIONES SUPERMERCADOS (LMRs)**

### **LMR: ¡NO ES UN ÍNDICE TOXICOLÓGICO!**

**-Es un índice legal, de Buenas Prácticas Agrícolas. *Tras cumplir con unos parámetros de seguridad muy amplios, se establecen al nivel más bajo que pueden alcanzarse según las BPA y criterios agronómicos***

**- Para una misma materia activa puede variar en función del cultivo en el que esté registrado.**

*Reducciones arbitrarias de los LMRs legalmente establecidos (50%, 30% o “Residuo cero”, nº de trazas que pueden aparecer, exclusión de algunos PF, ...*

***NO APORTAN NADA (\*) EN SEGURIDAD Y SI GENERAN PROBLEMAS PARA SU CORRECTO USO Y SOSTENIBILIDAD***

**EFSA (2016): 96,2 (98,1)%<LMR; 50,7%<LD; 6,4%>4 m.act.**

- *Registro único europeo (materias activas)*
- *LMRs armonizados en la UE*
- *Registros nacionales oficiales de los formulados*

Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria “EFSA”

....., .....

Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutricional “AECOSAN”

## **UN PROBLEMA DE DESCONFIANZA**

### **Limitaciones al número de residuos de PF**

*(Los métodos analíticos cada vez son más sensibles, permitiendo detectar trazas extremadamente pequeñas)*

*Aunque lo deseable es que no aparezca ninguno, hay condiciones en las que es necesario tratar varias veces a lo largo de una campaña y sobre distintas patologías*



- Un mismo cultivo puede verse afectado por diferentes patologías.
- Una misma patología puede ser muy recurrente en el cultivo



### **Prohibiciones al uso de determinados PF legalmente registrados**

- *El registro europeo es muy exigente y que requiere de estudios científicos muy profundos que avalan la seguridad de los productos fitosanitarios que se aprueban.*
- *El limitar el número de productos utilizables, no implica reducir el número de tratamientos.*

## **¿PORQUÉ ESAS LIMITACIONES INCREMENTAN LOS RIESGOS DE RESISTENCIAS?**

- Impide que muchos P.F. puedan utilizarse en las condiciones que son necesarias y para las que han sido específicamente registradas.
- *Si aparecen varias patologías, no todas se podrían controlar o habría que utilizar productos de amplio espectro, ...*
- *Si se requieren varios tratamientos para una misma patología, no se podrían alternar o combinar materias activas,, ....*

## **¿COMO INFLUYEN ESAS RESTRICCIONES EN LAS PRÁCTICAS DE USO DE LOS PF?**

- Inducen “calendarios de tratamientos”, a veces con tratamientos innecesarios o a estrategias de manejo de una plaga inadecuada
- Inducen la utilización “excesiva” de otros productos ¿?
- Inducen a reducir las cantidades de productos en las aplicaciones. En la práctica esto implica usar dosis “*subletales*”, seleccionando los individuos más tolerantes,
- Inducen a reiterar con las mismas materias activas (\*).
- Inducen a tener “listas negras de m.act.”, productos que podrían ser útiles en la alternancia.
- Inducen a evitar formulados con más de una m.act. (esencial en fungicidas).

# **INDUCEN A INCUMPLIR LA DIRECTIVA SOBRE USO SOSTENIBLE DE FITOSANITARIOS: ESTRATEGIAS ANTIRRESISTENCIAS**

## **CONCLUSIONES (1):**

- **Los mecanismos de selección natural existen en todas las poblaciones.**
- **Las características de la plaga y de los PF influyen sobre el riesgo de que se produzcan resistencias, pero ....**
- **El USO que se realiza de los PF es el que determina el RIESGO DE RESISTENCIAS**

## **CONCLUSIONES (2):**

- **Las Empresas y Administración, deberían revisar algunos condicionantes del uso de los PF. que pueden inducir RESISTENCIAS**
- **Hay que seguir trabajando en una mayor FORMACIÓN y “sensibilización” de técnicos, comerciales y usuarios.**
- **Algunas imposiciones de supermercados son una irresponsabilidad que inducen a RESISTENCIAS: habría que actuar.**

***MUCHAS GRACIAS***



# GESTIÓN DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS: RETOS ACTUALES

**Pablo Bielza Lino**

*Departamento de Producción Vegetal. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena*

## INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, trasposición de la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. El objetivo es el uso responsable de los fitosanitarios que reduzca los riesgos y los efectos en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas (GIP). En los principios generales de la GIP que se establecen en el anexo I, se especifica, en dos de los ocho puntos, que los usuarios deberán utilizar los productos fitosanitarios de manera que "no incrementen el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos" y que "deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos". De esta forma, dentro de la GIP, el uso sostenible de los productos fitosanitarios también debe considerarse como un uso fiable, consistente y duradero en el tiempo. Para ello deberemos conocer en profundidad y de manera científica el fenómeno de la resistencia a los plaguicidas. Sólo de esta forma se podrán establecer las estrategias de manejo de la resistencia que nos permitan conseguir los fines establecidos en la directiva y realizar una gestión integrada de plagas eficaz.

## DEFINICIÓN

Según IRAC (IRAC España 2017) la resistencia a insecticidas es "un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga que se refleja en repetidos fallos de un producto para alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga". Es decir, se llama resistencia al desarrollo en una línea de un organismo de la habilidad de tolerar dosis de un tóxico que son letales a la mayoría de individuos en una población normal de la misma especie.

A una situación de resistencia puede llegarse por el 'uso abusivo' o 'mal uso' de un insecticida o acaricida en el control de una plaga, que resulta en la selección de individuos resistentes. Esos individuos resistentes terminan siendo mayoritarios en la población si el uso abusivo persiste, con la consiguiente evolución de las poblaciones que se convierten en resistentes a ese insecticida.



ticida o acaricida. La resistencia se traduce en la disminución o pérdida de eficacia de un plaguicida en relación con su actividad original, debiendo usar dosis o concentraciones mucho mayores que las originales para poder causar el mismo porcentaje de mortalidad. En la práctica, esto implica el fracaso de un plaguicida, previamente eficaz, para conseguir el nivel esperado de control en campo.

### **UN PROBLEMA CRECIENTE**

En la actualidad la resistencia a plaguicidas es un problema importante, tanto para insectos y ácaros, como en hongos y malas hierbas. Además, no sólo es un problema de los plaguicidas más clásicos, sino también para fitosanitarios de reciente introducción. Los organismos que producen los problemas fitosanitarios suelen poseer una amplia flexibilidad genética, ya que precisamente esa característica es la que les ha convertido en plagas. Así, casi cualquier método de control que se utilice en exclusiva, terminará seleccionando individuos que sean capaces, por uno u otro mecanismo, de contrarrestar la medida de control.

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

El riesgo de desarrollo de resistencia aumenta con la presión de selección ejercida por un insecticida, que depende de su frecuencia de uso y de su eficacia. Así, los productos más eficaces ejercen una mayor presión de selección. Además, estos "productos estrella" tienden a ser utilizados frecuentemente, llegando incluso a ser utilizados en exclusiva, lo que lleva a un mal uso, con el consiguiente incremento del riesgo de desarrollo de resistencias. Como ejemplo ilustrativo podemos citar el caso de la resistencia a spinosad desarrollada por el trips *Frankliniella occidentalis* en pocos años en los cultivos de invernadero de Murcia y Almería (Bielza 2007). La excelente eficacia de spinosad, junto con la baja eficacia de otros productos por resistencias, hizo que este compuesto se usara indiscriminadamente y casi de forma exclusiva para controlar el trips. Esta altísima presión de selección provocó la aparición de poblaciones altamente resistentes en muy poco tiempo. Aunque con un buen manejo se pudo revertir en cierta medida la situación (Bielza 2008), de este caso podemos aprender la lección de que hay que cuidar los productos excelentes o "estrella", rotándolos con otros productos, para mantener su eficacia alta para cuando son necesarios. Hay momentos críticos en la dinámica de las plagas, bien por su potencial explosión poblacional, o bien por la especial vulnerabilidad del cultivo, o bien por la peligrosidad del daño. Es para esos momentos críticos para los que se deberían reservar los productos con mejor

eficacia. Otros productos, quizás no tan sobresalientes, pero con eficacias suficientes para controlar la plaga en momentos no críticos, se deben utilizar durante el resto del cultivo, conservando de esta manera la eficacia de todos los compuestos.

Por otra parte, la creciente y exitosa integración de las medidas de control biológico, demanda plaguicidas compatibles con los enemigos naturales. Algunas plagas carecen por completo de soluciones biológicas para su control, por lo requieren de tratamientos químicos. Otras plagas, aun teniendo enemigos naturales eficaces, no tienen poblaciones suficientemente estables para mantener las poblaciones de los agentes de control biológico, como es el caso de muchas plagas secundarias. Por tanto, en muchas ocasiones se recurre a tratamientos puntuales para el manejo de plagas secundarias e incluso principales. En estos casos se debe recurrir a compuestos selectivos que tengan una buena compatibilidad con los enemigos naturales que están ejerciendo un control de otras plagas en el cultivo, que normalmente son las plagas clave. Al ser más escasos estos compuestos compatibles, se tiende más a su uso reiterado y en muchas ocasiones exclusivo, lo que ocasiona un aumento importante del riesgo de desarrollo de resistencias. Este caso es especialmente grave, ya que la falta de eficacia de estos productos selectivos por el desarrollo de resistencia puede suponer la inviabilidad del protocolo completo de control integrado. La falta de control de esas plagas resistentes llevará al uso inevitable de otros productos no compatibles, reduciendo de manera crítica las poblaciones de los agentes de control biológico de las plagas clave. Esto puede llevar al abandono del control biológico y a la vuelta a un sistema de control basado en los plaguicidas.

Un ejemplo es el caso del ácaro del bronceado del tomate, *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae), que se ha convertido en una plaga grave en los cultivos de tomate y no hay enemigos naturales disponibles para evitar el daño en las plantas. En consecuencia, el uso de plaguicidas se hace indispensable, como azufre, abamectina y spiromesifén. Sin embargo, sólo el spiromesifén muestra buena compatibilidad con los agentes de control biológico presentes en el cultivo, lo que resulta en un uso excesivo de este compuesto que puede llevar al desarrollo de resistencia. Si este eriófito desarrollara resistencia al spiromesifén, habría que recurrir a los otros productos, como la abamectina, que no son compatibles con el uso de agentes de control biológico, desintegrando los protocolos de control biológico.

Otro ejemplo es la cochinilla *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae) en varios cultivos hortícolas. No existen enemigos naturales eficaces y se recurre al uso de spirotetramat, ya que otros productos como los neonicotinoides no son compatibles con los agentes de control biológico. El uso exclusivo de spirotetramat puede llevar al desarrollo de resistencia, lo que abocaría al uso de neonicotinoides y la interrupción del control biológico.

En resumen, la gestión integrada de plagas basada en el control biológico disminuye en general el riesgo de desarrollo de resistencia a insecticidas al utilizar predominantemente otros métodos de control. Sin embargo, también presenta algunos riesgos importantes en las plagas que son controladas por uno o muy pocos insecticidas compatibles con los enemigos naturales. Además, estas resistencias pueden tener un impacto tremendo en todo el sistema de control biológico, pudiendo llegar a su desintegración por el uso inevitable de compuestos no selectivos.

Por otra parte, existe una enorme preocupación en el sector por el riesgo sobre la sostenibilidad del uso de los productos fitosanitarios en particular, y sobre la gestión integrada de plagas en general, que supone los criterios comerciales de algunas cadenas de supermercados (IRAC España 2012). La restricción del uso de plaguicidas en determinados cultivos, exigir residuos por debajo de los LMRs establecidos por la UE, y especialmente, el establecimiento de un número máximo de materias activas a utilizar en un cultivo, comprometen gravemente una gestión integrada de plagas responsable. El agricultor, al tener limitado el número de materias activas a utilizar, tenderá a repetir el uso de unas pocas, resultando en un sobreuso y en el desarrollo de resistencias. El uso sostenible de los plaguicidas se fundamenta en las estrategias de manejo de la resistencia, cuya base principal es la alternancia de compuestos con diferentes mecanismos de resistencia, siendo necesario limitar el número de tratamientos de un mismo producto, y no el número de productos.

Muchos supermercados exigen, entre otros criterios, que los potenciales residuos estén por debajo (30-80%) de los LMR ya considerados seguros, y además que el número máximo de materias activas detectadas (por debajo de los LMR e incluso simplemente trazas) sean como máximo 3 ó 5. Estas exigencias llevan a prácticas completamente contrarias a un uso sostenible de los fitosanitarios, con la repetición injustificada de los mismos compuestos para no aumentar el número de materias activas potencialmente presentes en los análisis de residuos.

Por ejemplo, las plagas de lepidópteros como *Cydia pomonella* (L.), *Cydia molesta* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) y *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) en los cultivos frutales de pepita y hueso se recomiendan tratar con cualquier producto autorizado hasta 50 días antes de la cosecha. Sin embargo, a partir de ahí se aconseja tratar sólo con piretroides. Estas estrategias únicamente buscan cumplir con las exigencias comerciales de los supermercados. Además, este tipo de estrategias puede aumentar el número de aplicaciones de un compuesto y llegar a superar el máximo permitido. En definitiva, esta estrategia aumenta de manera importante el riesgo de desarrollo de resistencias a piretroides al ser la única herramienta utilizada de forma repetida al final del cultivo. De hecho, recientemente se ha observado una elevada resistencia de *C. pomonella* a piretroides (Bosch et al. 2018).

Otro caso reciente es la resistencia a diamidas desarrollada por Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera Gelechiidae). La resistencia se detectó por primera vez en invernaderos de tomate en Sicilia (Roditakis et al. 2015) con altísimos niveles de resistencia. Posteriormente se detectaron poblaciones resistentes en otras zonas de Italia, Grecia, Francia e Israel. Sin embargo, en España no se habían detectado poblaciones resistentes gracias a las estrategias elaboradas y divulgadas por el IRAC España (IRAC España 2009), en colaboración con los servicios oficiales. De hecho, la situación en España ha sido puesta como ejemplo de una buena gestión de la resistencia, capaz de contener su desarrollo cuando en los países de nuestro entorno aparecía la resistencia. Sin embargo, esta campaña pasada ya se han detectado poblaciones resistentes en las provincias de Cádiz y Sevilla, y en esta campaña en Almería. El caso de Almería puede estar provocado por un mal uso del compuesto clorantropiliprol al utilizarlo por el riego, que es un uso no autorizado. El motivo de este mal uso es la facilidad de ejecución del tratamiento y un significativo menor perfil de residuos en fruto, ya que la sistemía es fundamentalmente xilemática, llegando muy bien a las hojas (donde se encuentra la Tuta), pero no a los frutos. Esto provoca una presión de selección muy alta en la plaga, con una exposición continua, pero también a dosis bajas. Aunque la resistencia es parcialmente recesiva, los individuos heterocigóticos son significativamente más resistentes que los homocigóticos sensibles (Roditakis et al. 2017). Así, la exposición a dosis bajas a través del riego podría haber seleccionado a los individuos heterocigóticos, que al cruzarse entre ellos pueden dar individuos homocigóticos altamente resistentes, que han terminado imponiéndose en las poblaciones.

## CONCLUSIONES

La resistencia a insecticidas es un grave problema en los cultivos españoles, con numerosos casos recientes. Para evitar la resistencia es necesario realizar una buena gestión de la resistencia mediante un uso sostenible de los fitosanitarios, cuya base es la rotación o alternancia de materias activas con distintos modos de acción. Sin embargo, hay diversas situaciones que dificultan esta alternancia.

A la reducción de las materias activas disponibles por la legislación de la UE, se suman otros factores que aumentan el riesgo de desarrollo de la resistencia a insecticidas. Por un lado, el sobreuso de los compuestos que muestran una excelente eficacia aumenta considerablemente el riesgo de desarrollo de resistencias a estos productos. Por otro, está el uso para el control de algunas plagas sin enemigos naturales eficaces, de uno o muy pocos insecticidas compatibles con los agentes de control biológico que controlan otras plagas. Este uso abusivo y reiterado puede llevar al desarrollo de resistencia a los compuestos selectivos, lo que llevará al uso inevitable de otros productos no compatibles, desintegrando todo el programa de control biológico.

Por último, otro factor de riesgo son los criterios comerciales de algunos supermercados que requieren unos residuos por debajo de los ya seguros LMRs y un máximo de materias activas (3-5). Esto fuerza a la utilización reiterada de unos pocos insecticidas, sin poder alternarlos por el temor a que aparezcan más residuos o trazas de ese número máximo. Este criterio de los supermercados impide una gestión adecuada de la resistencia y por tanto un uso sostenible de los fitosanitarios.

La resistencia a insecticidas es un reto de dimensiones globales, pero que debe ser abordado con soluciones locales. Tenemos la responsabilidad de ejercer un uso sostenible de los insecticidas para la obtención de alimentos seguros y saludables.

## AGRADECIMIENTOS

Al equipo de personas que forma IRAC España por su excelente trabajo en el estudio y divulgación de los problemas de resistencia a insecticidas en España.

## REFERENCIAS

- Bielza, P. (2008). Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Management Science*, 64(11), 1131-1138.
- Bielza, P., Quinto, V., Contreras, J., Torné, M., Martín, A., & Espinosa, P. J. (2007). Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. *Pest Management Science*, 63(7), 682-687.
- Bosch, D., Rodríguez, M. A., & Avilla, J. (2018). Monitoring resistance of *Cydia pomonella* (L.) Spanish field populations to new chemical insecticides and the mechanisms involved. *Pest Management Science*, 74(4), 933-943.
- IRAC España (2009). Prevención de resistencias en *Tuta absoluta*. <https://www.irac-online.org/documents/tuta-absoluta-brochure-spanish/?ext=pdf>
- IRAC España (2012). "Las restricciones impuestas por algunas cadenas de supermercados ponen en peligro la sostenibilidad de la agricultura europea y fuerzan a un uso inadecuado de los productos de sanidad vegetal." <https://www.irac-online.org/documents/preocupacion-sobre-restricciones-impuestas-por-cadenas-de-supermercados/?ext=pdf>
- IRAC España (2017). Clasificación del Modo de Acción de Insecticidas y Acaricidas. <https://www.irac-online.org/documents/clasificacion-del-modo-de-accion-de-insecticidas-y-acaricidas-oct-2011/?ext=pdf>

- Roditakis, E., Vasakis, E., Grispou, M., Stavrakaki, M., Nauen, R., Gravouil, M., & Bassi, A. (2015). First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *Journal of Pest Science*, 88(1), 9-16.
- Roditakis, E., Steinbach, D., Moritz, G., Vasakis, E., Stavrakaki, M., Ilias, A., ... & Silva, J. E. (2017). Ryanodine receptor point mutations confer diamide insecticide resistance in tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insect biochemistry and molecular biology*, 80, 11-20.



# LA RESISTENCIA DE LAS MALAS HIERBAS A LOS HERBICIDAS. CASOS PRÁCTICOS

**José María Montull Daniel**

*Grupo de investigación en Malherbología y Ecología Vegetal. ETSEA. Agrotecnio Rovira Roure, 191. 25198. Lleida*

## RESUMEN

La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas es consecuencia directa de su uso. Por esto, hay que utilizarlos de forma razonada para prevenir su aparición y disminuir su impacto en caso de que ya exista algún tipo de problema. El desherbado de la parcela hay que integrarlo dentro del manejo de todos los cultivos en rotación porque es la forma más fácil de diversificar los métodos de control y así disminuir la presión de selección que ocasionan los herbicidas. Además de esto, el utilizar diferentes cultivos amplía el espectro de materias activas a utilizar de forma que también se disminuye la presión de selección que ocasiona cada materia activa. La aparición de casos de resistencia complica la selección de las materias activas a utilizar ya que desde la práctica agrícola común es difícil conocer la casuística concreta de cada mecanismo de resistencia. Por esto, desde las Universidades se intenta desarrollar herramientas que faciliten la toma de decisiones. Una de estas herramientas es IPMwise que está desarrollando la Universidad de Lleida y que indica que métodos de control son adecuados para cada especie y biotipo concreto de mala hierba.

## INTRODUCCIÓN

La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas es una respuesta adaptativa de estas plantas a la presión de selección ejercida por estas sustancias (Powles & Yu 2010; Beckie 2006). Es una respuesta que refleja la evolución con la que las plantas se adaptan a nuevas condiciones de desarrollo (Gressel 2011). Este fenómeno aumenta no solo en superficie sino en complejidad, con biotipos de malas hierbas que han desarrollado resistencia hasta a 20 herbicidas diferentes (Heap 2018). Esto es un problema, no solo desde una perspectiva malherbológica sino también económica, porque el control de las malas hierbas puede encarecerse hasta en un 300% o incluso obligar a dejar la tierra de barbecho durante uno o varios años, lo que provoca la pérdida del valor de la finca (Baldwin 2002).

Desde un punto de vista legal el RD1131/2012 sobre uso sostenible de los fitosanitarios, establece que se deberán utilizar prácticas adecuadas de forma



que se evite el desarrollo de las resistencias de plagas, enfermedades y malas hierbas a los diferentes métodos de control autorizados.

Es por esto, que se plantea el manejo integrado de malas hierbas como la única alternativa posible para manejar las infestaciones de malas hierbas de forma sostenible. Este concepto, al tiempo que previene el desarrollo de las resistencias, incluye también el aspecto económico.

Dentro de las estrategias de manejo integrado, los herbicidas y las rotaciones de cultivo siguen siendo las alternativas más utilizadas por su facilidad de implementación a nivel práctico.

El número de herbicidas que se pueden utilizar para controlar las malas hierbas presentes en nuestros secanos cerealistas es bastante elevado. Nos referimos a nuestros secanos cerealistas y no a nuestros cereales, ya que se debe contemplar todos los cultivos que puedan formar parte de una rotación. Porque, como hemos dicho anteriormente, la rotación de cultivos es básica para la sostenibilidad de los sistemas agrarios, pues es conocido (National Research Council 1929), que la destrucción de las malas hierbas por los fitosanitarios debe estar, por supuesto, suplementada con la rotación de cultivos, el barbecho de verano y otros métodos de control que siempre han de tener un lugar prominente.

A pesar de esto, los herbicidas han tomado un papel preponderante en el control de las malas hierbas y han sido utilizados como solución "talisman" por su buena relación coste-eficacia y su regularidad. Esto es lo que ha llevado a la situación actual a nivel mundial en el tema que nos ocupa. Porque el herbicida no "causa" resistencias, es, la presión de selección que se realiza sobre el biotipo de mala hierba lo que las provoca.

Existen, simplificando, dos tipos básicos de resistencia: las relacionadas directamente con el lugar de acción del herbicida (Target Site Resistance, TSR) y las que no están relacionadas directamente con dicho sitio de acción (Non Target Site Resistance, NTSR). Es importante esta diferenciación porque presentan unas implicaciones de manejo diferentes.

La resistencia del tipo TSR puede presentarse frente a herbicidas que tienen un lugar de acción muy concreto, esto se da principalmente en el caso de herbicidas que inhiben enzimas, como la ACCasa y la ALS. En este caso, una mutación en el gen que codifica la enzima sobre la que actúa el herbicida cambia la configuración espacial de la misma y el herbicida no reconoce el punto donde "engancharse" y no puede realizar su función (Powles & Yu 2010; Beckie & Tardif 2012).

Los mecanismos de resistencia del tipo TSR afectan solo al grupo de herbicidas que actúan en ese lugar de acción. Por eso, cambiando de grupo, e incluso de subgrupo químico, podemos salvar este tipo de resistencia. Pero no debemos engañarnos, un biotipo puede presentar resistencias TSR a dife-

rentes grupos de herbicidas mediadas por diferentes mutaciones, es lo que se conoce como "Resistencia múltiple" (Jutsum & Graham 1995).

Los mecanismos de resistencia NTSR son mucho más complejos. La planta puede adquirir uno de estos mecanismos en cualquiera de las etapas que sigue el herbicida desde que es absorbido por la planta hasta que alcanza el lugar primario de acción. La planta dispone de numerosas ocasiones en las que adquirir esta característica de ser resistente a un herbicida. Se trata de mecanismos regulados por varios genes menores. Por esto, se desarrollan de forma más lenta pero, por el contrario, suponen una amenaza mayor, ya que pueden afectar a herbicidas con modos de acción muy diferentes y que incluso, no se hayan aplicado nunca en el campo, ni siquiera diseñado todavía (Powles & Yu 2010).

Uno de los mecanismos NTSR más comunes en las plantas es la detoxificación del herbicida mediada por el complejo enzimático Citocromo P450.

El Citocromo P450 es un conjunto de enzimas por las cuales los cereales son capaces de tolerar herbicidas inhibidores de la ACCasa, inhibidores de la ALS e inhibidores del fotosistema II (PSII) en la ruta metabólica de la fotosíntesis, entre otros. Por esto, no es difícil que las gramíneas desarrollen este tipo de resistencias por su similitud fisiológica con el resto de los cereales (Powles & Yu 2010).

Así, si varios herbicidas se pueden degradar por esta vía metabólica, el uso repetido de estos herbicidas selecciona resistencia por el mismo mecanismo, el cambio entre estas diferentes familias químicas tiene menos efecto del esperado para la prevención de la aparición de una resistencia. Para manejar este tipo de resistencia, no solo hay que cambiar entre herbicidas con diferente mecanismo de acción, sino que hay que utilizar métodos no químicos o herbicidas que no puedan degradarse por estas vías metabólicas.

Más preocupante es el caso de la degradación de herbicidas por efecto de la enzima Glutation S-transferasa (GST) que entre otros, afecta al herbicida prosulfocarb (Busi 2014), el cual siempre ha sido la última opción para controlar *L. rigidum* cuando el resto de herbicidas ya no funcionan (Boutsalis et al. 2009).

Este mecanismo de resistencia, además, tiende a provocar una disminución de la susceptibilidad a herbicidas como el metazacloro o la propizamida que se aplican a la colza. Esto, en caso de mal manejo podría convertirse en un caso de "resistencia múltiple" (Jutsum & Graham 1995).

Por tanto, cada vez cobra más importancia tener en cuenta el mecanismo por el cual la mala hierba es resistente.

En este trabajo se exponen diferentes casos prácticos sobre las posibilidades de empleo de los herbicidas disponibles en cereales de invierno, colza

y guisante para grano para el control de las principales malas hierbas que les afectan. Se repasan las opciones disponibles para el control de ballico, amapola, y avena loca, que son también las malas hierbas afectadas por la problemática de la resistencia a herbicidas. Se contempla también el control de bromo, una gramínea que por su extensión y características se prevé que puede presentar fenómenos de resistencia tal y como sucede en diversas zonas de Australia (Heap 2014).

Aunque se hace hincapié en el empleo de herbicidas, éste se contempla en el marco de su uso integrado con otros métodos de control no químico y en el conjunto de la rotación. Se propone tener en cuenta no solo los mecanismos de acción de los herbicidas sino los mecanismos de resistencia más frecuentes que se han observado en España.

### **LA PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS EN LOLIUM RIGIDUM**

Actualmente, *L. rigidum* es la especie infestante de los cereales de invierno que ha desarrollado resistencia a más materias activas. En España ya conocemos biotipos capaces de sobrevivir a más de 20 materias activas actualmente utilizadas en el cultivo de los cereales, con hasta 7 mecanismos de resistencia diferentes: Diversas mutaciones frente a inhibidores de la ACCasa como diclofop, tralkoxidim o fluazifop; mutaciones que confieren resistencia a inhibidores de la ALS como mesosulfurón o piroxsulam y resistencias mediadas por P450 que confieren resistencia a clortolurón, diclofop, mesosulfurón, etc. Así, se conocen biotipos de esta mala hierba que presentan problemas de control con más del 90% de los herbicidas disponibles actualmente para el conjunto de los cultivos, por lo que está claro que se trata de biotipos que presentan más de un mecanismo de resistencia.

Además de la resistencia a herbicidas selectivos, cada vez son más frecuentes los fallos de control que se dan en los tratamientos de presembrado con glifosato. Estos tienen implicaciones económicas importantes porque todas las alternativas no químicas tienden a ser más caras que las aplicaciones de dicho herbicida. Pero, por otra parte, en esas fechas, un control mecánico con un cultivador o grada de discos puede servir para eliminar las malas hierbas presentes en la parcela así como para preparar la cama de siembra si se realiza una siembra "convencional" o de "mínimo laboreo" por lo que es importante la oportunidad de la labor para evitar riesgo de erosión y de pérdida de humedad en la cama de siembra.

Por todas estas razones el empleo de los herbicidas para controlar a esta mala hierba debe contemplarse en el conjunto de los cultivos que puedan formar parte de una rotación.

Entre los diferentes cultivos susceptibles de entrar en una rotación en nuestros secanos, existen 10 mecanismos de acción herbicida diferentes. Esto permite racionalizar su empleo y evitar en lo posible, la repetición de familias

químicas. En la tabla 1 pueden verse las materias activas autorizadas para los cereales, colza y guisante proteaginoso agrupadas por mecanismo de acción y teniendo en cuenta, además, los mecanismos de resistencia de las malas hierbas a ellos que se encuentran citados actualmente en España.

Las tablas 1, 2, 3 y 4 deben leerse en su conjunto. Por un lado, entrando desde el lado de los herbicidas, si sabemos a qué herbicidas es resistente nuestra población, se puede deducir cual es el mecanismo de resistencia más probable que tiene la población que presenta problemas de control con herbicidas. Por otra parte, si conocemos el mecanismo de resistencia predominante en nuestra parcela, podemos ver que herbicidas están afectados por ese mecanismo y con cuales no vamos a tener problemas de control.

Por ejemplo, si tenemos un biotipo de vallico con resistencia metabólica por Citocromo P450 (CYP450) podemos esperar problemas con las materias activas clortolurón, diclofop, Iodosulfuron, mesosulfuron, etc., pero no tendremos problemas con herbicidas incapaces de degradarse por esa enzima como el cletodim y el cicloxidim.

Otro caso diferente es que el *Lolium* no sea controlado con inhibidores de la ALS como el mesosulfurón pero sí se controle con Clortolurón o fop's y dim's, en ese caso, probablemente estaríamos frente a un biotipo con resistencia por mutación y lo más probable es que cualquier herbicida con otro mecanismo de acción funcione adecuadamente.

Con todo, debe tenerse en cuenta que en la tabla anterior se recogen los casos más probables y que se conocen como más frecuentes en España. *L. rigidum* puede tener más mecanismos de resistencia y, por tanto, solo un análisis detallado en laboratorio puede dar un diagnóstico preciso, sobre todo cuando intervienen mecanismos de resistencia por metabolismo.

Además, el empleo de herbicidas, sobre todo para el control de *L. rigidum*, debe combinarse con otras medidas de tipo cultural como puede ser retrasar la siembra hasta mediados de diciembre-enero. Haciendo esto, por ejemplo utilizando cereales o guisante de primavera, pueden obtenerse, si las lluvias de otoño no se retrasan, reducciones de población de un 80%, que son suficientes, en algún caso, para no tener que aplicar herbicidas contra *Lolium* en ese ciclo de cultivo (Taberner et al. 2011), lo que disminuye mucho la presión de selección de los herbicidas. Pero, a diferencia de los métodos químicos, los métodos culturales son más dependientes de las condiciones climáticas. En caso de que las lluvias de otoño se retrasen, la eficacia del retraso de siembra será mucho más baja.

Otro sistema es realizar un barbecho con laboreo mecánico, que aun no realizándolo a una gran profundidad puede conseguir un control notable de esta mala hierba. Esta última opción puede ser la única viable en secanos estrictos con pluviometrías inferiores a 350 mm anuales. Por tanto, el conocimiento

de la biología de la especie es fundamental para razonar la forma de controlarla. Se trata de no aplicar herbicidas a ciegas, sino de forma razonada.

Tabla 1. Materias activas herbicidas disponibles actualmente para control de *L. rigidum* autorizadas en cada tipo de cultivo. Separadas en filas por su mecanismo de acción según el HRAC y su subgrupo químico. Se indica también, en las tres últimas columnas, que subgrupos de herbicidas son generalmente afectados por cada mecanismo de resistencia y el nivel de resistencia esperado para cada subgrupo.

Grupo químico	Cereales	Colza	Guisante	Resistencia CYP450	Resistencia GST	Mutación ACCasa	Mutación ALS Pro197
A	fop's	Clodinafop Diclofop		Diclofop			
	dim's						
	den's	Pinoxaden					
	Strong fop's		Quizalofop Propaquizafop	Quizalofop Propaquizafop			
	Strong dim's		Cletodim	Cletodim Cicloxidim			
B	SU	Iodosulfurón Mesosulfurón					
	TP	Pyroxulam					
	IMI		Imazamox (CL)	Imazamox			
E		Bifenox					
C2	Ureas	Clortolurón					
F1		Beflubutamida					
F4			Clomazona	Clomazona			
K1	Benzamidas		Propizamida	Propizamida			
	Dinitroanilinas	Pendimetalina		Pendimetalina			

K3	Acetamidas		Napropamida				
	Cloroacetamidas	Flufenacet	Metazaclo				
N		Prosulfocarb		Prosulfocarb			

## CASOS PRÁCTICOS EN EL MANEJO DE RESISTENCIA DE *L. RIGIDUM*

Vamos a desarrollar dos casos prácticos, el primero va a consistir en el manejo de un biotipo de vallico con resistencia NTSR por CYP450. Este es un mecanismo de resistencia bastante común en parcelas con bastante historial de aplicación de derivados de la urea como Clortolurón o Isoproturón y también en caso de aplicaciones repetidas de Clorsulfurón, una sulfonilurea.

En este caso, en el cereal obtendremos fallos de control utilizando estos tres herbicidas y también existe la posibilidad de que no funcionen adecuadamente herbicidas como iodosulfuron, pyroxulam o diclofop. Así, en caso de sembrar cereal, las alternativas disponibles se reducirían, básicamente, a utilizar prosulfocarb o flufenacet. En todo caso, siempre partiendo de la base de una fecha de siembra adecuada para poder disminuir las infestaciones de la mala hierba en presiembra.

En caso de sembrar colza, con este mecanismo de resistencia no habría en principio limitación alguna con los herbicidas disponibles pero si se pretendiera utilizar imazamox en el cultivo de guisante, sería de esperar una disminución en la eficacia.

El segundo caso sería un biotipo con dos mecanismos de resistencia por mutación de forma simultánea, a los herbicidas A y B, algo bastante frecuente en parcelas de secanos frescos con historial de aplicación de herbicidas como Diclfofop, tralkoxydim o iodosulfurón donde se tienden a realizar aplicaciones en primavera porque es complicado entrar a tratar durante el invierno.

En este caso, los herbicidas disponibles en caso de sembrar cereal pasarían a ser los derivados de la urea, prosulfocarb y flufenacet y siempre pensando en no repetirlos para no generar además, resistencia del tipo NTSR.

Si pretendemos sembrar colza en rotación, los herbicidas utilizables en emergencia los mantenemos pero tendremos fallos de control si utilizamos herbicidas como serían cletodim, fluazifop o similares, por lo que en ese caso, las alternativas se reducen a la utilización de propizamida a finales de otoño.

Por otra parte, si nuestra elección es sembrar guisante, deberíamos plantearnos el sembrar un ciclo corto, para así poder eliminar la mayor parte del vallico en presiembra y luego utilizar herbicidas como el prosulfocarb o la pendimetalina. Las resistencias del tipo TSR a los grupos A y B que estamos

encontrando también afectan al herbicida imazamox, perteneciente al grupo B y utilizable en pre-emergencia o a herbicidas como cletodim, fluazifop, pro-paquizafop, tepraloxymid, etc. aplicables en post-emergencia, que pertenecen al grupo A.

## **LA PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS EN AMAPOLA: PAPAVER RHOEAS**

Las resistencias de *Papaver rhoeas* en cereales de invierno a los herbicidas no son tan complejas como las del *Lolium*. En esta planta solo se conocen resistencias contrastadas a sulfonilureas como el tribenurón-metil o a herbicidas hormonales como el 2,4-D o el MCPA. No se conocen, en España, resistencias al resto de sustancias activas que se puedan emplear. Pero, al contrario que en el caso del *L. rigidum*, la persistencia del banco de semillas de la amapola obliga a una estrategia a más largo plazo sin poder tener en cuenta los efectos del laboreo del suelo. El laboreo, no tiene una eficacia importante para su control, al contrario de lo que se ha explicado en el caso del vallico.

La resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS viene determinada exclusivamente por una mutación en la Prolina197 del gen que codifica a la enzima ALS objetivo de este grupo de herbicidas. Esta mutación (Beckie & Tardif 2012) se sabe que confiere alta resistencia a Sulfonilureas, baja-media a triazolpirimidinas y no afecta a las imidazolinonas. Por esto, la aplicación de herbicidas de este grupo en mezcla con 2,4-D puede tener resultados parcialmente satisfactorios. Lo correcto, estimamos, para no presionar más a favor de esta mutación, sería la utilización de herbicidas diferentes a los del grupo B.

El caso de las resistencias a herbicidas hormonales es más complejo y no ha sido hasta el año 2011 en el que se ha conocido su mecanismo de acción (Mithila et al. 2011) pero es un tipo de resistencia factible de ser superada cambiando de familia química (Beckie & Tardif 2012).

También se da el caso de poblaciones con resistencia múltiple que no son controladas ni por sulfonilureas, que son un subgrupo de herbicidas del grupo B ni por herbicidas hormonales, que son del grupo O

Asimismo, en esta especie, en cereales de invierno, puede utilizarse la grada de púas como método mecánico con buenas eficacias si se utiliza de forma adecuada (Cirujeda & Taberner 2006).

La amapola cuando afecta al cultivo de colza, es una especie difícil y cara de controlar, pero en guisante proteaginoso, con aplicaciones en preemergencia de pendimetalina, imazamox o combinaciones entre ellos, se pueden obtener fácilmente eficacias del 100% frente a biotipos resistentes. Por tanto, la integración de un cultivo distinto a los cereales, aporta nuevas posibilidades de control con herbicidas. Además, no solo se consigue un mayor control sino

que al diversificar los herbicidas empleados se disminuye la presión de selección de los mismos.

Tabla 2, Materias activas herbicidas disponibles actualmente para control de *P. rhoeas* autorizadas en cada tipo de cultivo. Separadas en filas por su mecanismo de acción según el HRAC y su subgrupo químico. Se indica también, en las tres últimas columnas, que subgrupos de herbicidas son afectados por cada mecanismo de resistencia y el nivel de resistencia esperado para cada subgrupo

Modo de acción HRAC	Cereales	Colza	Guisante proteaginoso	Mutación	ALS PRO-197	Resistencia a hormonales
B	SU	iodosulfurón sulfosulfurón amidosulfurón triasulfurón tribenurón metsulfurón			Alta	No
	TP	florasulam			Media	No
	SCT	propoxi-carbazona			No	No
	IMI		imazamox	imazamox	No	No
C1		metribuzina			No	No
C2	Ureas	clortolurón			No	No
C3		bromoxynil			No	No
E		carfentrazona-etil bifenox			No	No
F1		beflubutamida diflufenican			No	No
F3	Difenileter			aclonifen	No	No
K1	Benzamidas	pendimetalina	propizamida	propizamida pendimetalina	No	No



K3			meta- zacloro napropa- mida		No	No
L		isoxaben			No	No
O		aminopi- ralid				
2,4-D						
MCPA						
MCPD			No	Media- alta		

### **EL CONTROL DE BROMO: BROMUS SPP.**

A pesar de no conocerse resistencias de esta especie en España, el control de Bromus spp. es complicado con herbicidas en el cultivo del cereal porque presenta insensibilidad o tolerancia a la mayoría de los herbicidas autorizados.

Por el hecho de tener herbicidas solo del grupo B para controlar eficazmente el Bromus en cereal, el uso repetido de estos herbicidas puede generar resistencias como se han dado en otros países como Australia y en ese caso, sería prácticamente imposible controlar químicamente el Bromus en cereales. En estos cultivos las mezclas de metribuzina y flufenacet pueden tener una buena eficacia, pero no suficiente, para controlar el Bromus a largo plazo.

Tabla 3, Materias activas herbicidas disponibles actualmente para control de Bromus spp. autorizadas en cada tipo de cultivo. Separadas en filas por su Mecanismo de acción según el HRAC y su subgrupo químico.

Modo de acción HRAC	Subgrupo	Cereales	Colza	Guisante proteaginoso
A	Strong fop's		quizalofop propaquizafop fluazifop	quizalofop fluazifop propaquizafop
	Strong dim's		cletodim	cletodim cicloxidim
B	SU	mesosulfurón sulfosulfurón		
	TP	Pyroxulam		
	SCT	propoxicarba- zona		
	IMI		Imazamox (CL)	imazamox
C1	Triazinonas	Metribuzina		

C2	Ureas			
F1		Beflubutamida		
F3	Difenileter			aclonifen
K1	Benzamidas		propizamida	propizamida
K3		flufenacet	metazacloro napropamida	

Por el contrario, en cultivos alternativos como colza o guisante proteaginoso, es una mala hierba con un control muy fácil con herbicidas. Además, como sus semillas tienen baja persistencia en el suelo (García et al. 2013), si se obtienen eficacias del 100%, será difícil que tengamos problemas con Bromus al año siguiente. Debe destacarse también la sensibilidad de esta planta al laboreo del suelo. De hacer bien esta operación, la importancia del bromus disminuye de forma importante en los campos que estén afectados por ella.

De nuevo, se propone abordar el control de esta especie integrando laboreo, cambio de cultivo y herbicidas. De hecho, la presencia de esta mala hierba en algunas zonas ha hecho que se incremente la superficie de cultivo de colza, guisante, avena o cultivos destinados al forraje.

## **EL CONTROL Y LA PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS EN AVENA SPP.**

Se trata de un complejo de tres especies: Avena sterilis ludoviciana y A. fatua sobre todo y A. sterilis ssp sterilis en menor medida.

Tabla 4, Materias activas herbicidas disponibles actualmente para control de Avena spp. autorizadas en cada tipo de cultivo. Separadas en filas por su mecanismo de acción según el HRAC y su subgrupo químico. Se indica también, en las tres últimas columnas, que subgrupos de herbicidas son afectados por cada mecanismo de resistencia y el nivel de resistencia esperado para cada subgrupo

Modo de acción HRAC		Cereales	Colza	Guisante proteaginoso	Mutación ACCasa	Resistencia ALS	Resistencia metabólica
A	fop's	clodinafop diclofop fenoxaprop		diclofop	Alta	No	Media-alta
	dim's	tralkoxidim			Media	No	Media-alta
	den's	pinoxaden			Media	No	Media-alta
	Strong fop's		quizalofop propaquizafop fluazifop	quizalofop fluazifop propaquizafop	Alta	No	No
	Strong dim's		cletodim	tepraloxidim cletodim cicloxidim	Media	No	No
B	SU	iodosulfurón mesosulfurón			No	Alta	Media-alta
	TP	pyroxulam			No	Media	Media-alta
	IMI			imazamox	No	Media	No
E		bifenox			No	No	No
C2	Ureas	clortolurón			No	No	No
F1		beflubutamida			No	No	No
F3				clomazona	No	No	No
K1	Benzamidas		propizamida	propizamida	No	No	No
K3			metazachloro napropamida		No	No	No

Su control se realiza básicamente con la utilización de herbicidas, dado que su ciclo biológico complejo hace que sobreviva en la mayor parte de sistemas de cultivo, incluyendo a los que suponen la utilización del arado de vertedera (Cirujeda et al. 2005), pero se conoce que se adapta mal a los sistemas en los que no se remueve la superficie del suelo como la "siembra directa".

En España se han citado casos de resistencia a inhibidores de la ACCasa, a inhibidores de la ALS y resistencia NTSR a derivados de la urea (Cirujeda et al. 2005; Montull & Taberner 2010). A su favor hay que decir que se trata de especies autógamas, y por tanto la resistencia se desarrolla de forma más lenta que en especies alógamas como *P. rhoeas* y *L. rigidum*. Al igual que en el caso de *Lolium* y *Bromus*, en los cultivos alternativos existen diferentes herbicidas con modos de acción distintos y que carecen de resistencias cruzadas con aquellos en los que se han desarrollado resistencias.

## **EL CASO DE LA AVENA Y EL BROMO**

Estos casos prácticos, con algunos matices, también sirven para prevenir la resistencia en caso de *Avena* spp. y *Bromus* spp. porque su biología es parecida.

En caso de avena, se conocen casos de resistencia a herbicidas derivados de la urea y a herbicidas del grupo A.

Por su parte, en caso del bromo, aunque por ahora no se ha confirmado ningún caso de resistencia en España, se conocen casos de resistencias tanto NTSR como TSR en varios países, por esto es importante prevenirla.

Una práctica de riesgo es la dependencia prácticamente en exclusiva de herbicidas del grupo B como Iodosulfurón+mesosulfurón, prynoxulam o propoxi-carbazona. Por esto, es muy importante en los cultivos en rotación el utilizar materias activas del grupo A como cletodim, fluazifop, quizalofop, etc. o del grupo K1 como metazacloro o petoxamida para así diversificar más las familias químicas utilizadas.

Siempre partimos de que la rotación de cultivos se realiza de forma razonada. A pesar de ser impuesta, la obligatoriedad de las prácticas del "greening" de la PAC tiene implicaciones muy positivas para el manejo de resistencias a herbicidas lo que a medio plazo puede disminuir los costes asociados al control de malas hierbas además de bajar la presión de uso de determinados grupos de herbicidas como puede ser el glifosato.

Por poner un ejemplo, el utilizar herbicidas de pre-emergencia en la colza, si la siembra se realiza "en seco" nos da una oportunidad para no depender exclusivamente del glifosato de pre-siembra en parcelas de siembra directa.

## MIRANDO AL FUTURO

Está claro que la aparición de biotipos de malas hierbas resistentes a herbicidas complica la elección de los mismos, porque no solo hemos de elegir un herbicida capaz de controlar la infestación presente en la parcela sino que hemos de prever cómo vamos a utilizar los herbicidas en años venideros.

Para facilitar esta tarea, los fabricantes van incluyendo la letra que corresponde al grupo HRAC en las etiquetas de los productos y desde las universidades y los centros de investigación se trabaja en conocer de forma más concreta como afecta cada mecanismo de resistencia a cada materia activa.

En esta línea, desde el grupo de investigación en Malherbología de la Universidad de Lleida estamos desarrollando un sistema de ayuda a la decisión llamado IPMwise y que se espera que facilite la toma de decisiones en este ámbito. La pantalla de inicio de la aplicación puede verse en la Ilustración 1.

The screenshot shows the IPMwise application interface. At the top, there is a navigation bar with the following items: IPMwise, Spain; Consultation; Profile; Mixture; Overview; My herbicides. Below this is the main content area titled 'Consultation' with a 'Help' link. Under 'Personal settings', there is a dropdown menu for 'jose maria' and an 'Edit' button. The 'Crop' section includes a dropdown for 'Wheat, winter', a 'Version (efficacy)' dropdown for 'IPM', a 'Crop growth stage' dropdown for '13 3rd leaf enfolded', and an 'Expected yield' checkbox for 'Low'. The 'Weed name' section has a table with columns for 'Weed name', 'Weed size', 'Weed density', 'Effect goal', and 'Forget'. The table contains three rows: 'Lolium rigidum, A-r' with size '3-4 leaves' and density '51 - 150 pl/m2'; 'Papaver rh., O-r' with size '3-4 leaves' and density '11 - 50 pl/m2'; and a 'Select' row with size '0-2 leaf' and density '1/2 - 1 pl/m2'. Below the table is a checkbox for 'Show options for prevention of resistance' and a 'Help' link. At the bottom, there is a 'My herbicides' section with 'See suggestions' and 'Print' buttons.

Ilustración 1. Pantalla de entrada al DSS IPMwise donde se indican los datos relativos a la infestación de malas hierbas presente en la parcela

Así, si al IPMwise se le indica la infestación presente en la parcela, el sistema tiene en cuenta cómo afecta cada mecanismo de resistencia a los herbicidas disponibles en la base de datos y ajusta las diferentes recomendaciones de control en consecuencia.

Este tipo de sistemas, desde nuestro punto de vista, tienen un gran recorrido ya que pueden ser capaces de generar mapas de tratamiento y así pulverizar

los herbicidas solo donde sea estrictamente necesario, de forma que se garantice la sostenibilidad tanto económica como ambiental.

A modo de conclusión decir que los problemas de resistencia de malas hierbas a herbicidas están ahí y han venido para quedarse. Sin embargo, la rotación de cultivos nos proporciona una oportunidad única para facilitar el manejo de malas hierbas. Pero, no es la panacea, tenemos que conocer nuestros biotipos de malas hierbas y debemos integrar todas las prácticas de manejo para disminuir a medio y largo plazo las infestaciones de malas hierbas. Hay que tener claro que las plagas y las enfermedades van ligadas al cultivo. Sin embargo, las malas hierbas van ligadas a la parcela.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baldwin, F.L., 2002. What A Difference 10 Years Can Make !! In 13th Australian weeds conference.
- Beckie, H.J., 2006. Herbicide-Resistant Weeds: Management Tactics and Practices 1. *Weed Technology*, 20(3), pp.793–814. Available at: <http://dx.doi.org/10.1614/WT-05-084R1.1>.
- Beckie, H.J. & Tardif, F.J., 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Protection*, 35, pp.15–28. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2011.12.018>.
- Boutsalis, P., Gill, G. & Preston, C., 2009. New mode of action herbicides to combat herbicide resistant annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australian cereal production. , pp.1–3.
- Busi, R., 2014. Resistance to herbicides inhibiting the biosynthesis of very-long-chain fatty acids. *Pest Management Science*, 70(9), pp.1378–1384. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/ps.3746> [Accessed March 12, 2015].
- Cirujeda, A., Anguera, R. & Taberner, A., 2005. DESCRIPCION DE LAS POBLACIONES DE AVENA LOCA RESISTENTES A HERBICIDAS LOCALIZADAS EN ESPAÑA. In Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Huelva.
- Cirujeda, A. & Taberner, A., 2006. Relating weed size, crop soil cover and soil moisture with weed harrowing efficacy on *Papaver rhoeas* and other dicotyledoneous weeds in Mediterranean conditions. *BIOLOGICAL AGRICULTURE & HORTICULTURE*, 24, pp.181–195.
- García, A.L. et al., 2013. Hydrothermal Emergence Model for Ripgut Brome (*Bromus diandrus*). *Weed Science*, 61(1), pp.146–153. Available at: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/WS-D-12-00023.1> [Accessed July 14, 2014].
- Gressel, J., 2011. Low pesticide rates may hasten the evolution of resistance by increasing mutation frequencies. , (September 2010), pp.253–257.

- Heap, I., 2014. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest management science*, 70(9), pp.1306–15. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24302673> [Accessed March 12, 2015].
- Heap, I., 2018. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: <http://weedsociety.org/> [Accessed January 8, 2015].
- Jutsum & Graham, 1995. Managing weed resistance: the role of the agrochemical industry. In *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference. Weeds*. Brighton, pp. 557–566.
- Mithila, J. et al., 2011. Evolution of Resistance to Auxinic Herbicides: Historical Perspectives, Mechanisms of Resistance, and Implications for Broadleaf Weed Management in Agronomic Crops. *Weed Science*, 59(4), pp.445–457. Available at: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/WS-D-11-00062.1> [Accessed July 16, 2014].
- Montull, J.M. & Taberner, A., 2010. Determinación de resistencias a Splendor® en Avena spp. In *XXIX Reunión del Grupo de Trabajo de Malherbología de las CCAA*. Arevalo (Avila).
- National Research Council, 1929. Proceedings of a conference on the destruction of weeds by means of chemicals. In Canada.
- Powles, S.B. & Yu, Q., 2010. Evolution in Action : Plants Resistant to Herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61, pp.317–347.
- Taberner, A. et al., 2011. Control Integrado de *Lolium rigidum* en sistemas extensivos de secano. Resultados de un ensayo de demostración. *Phytoma*, p.(234) 69–99.

# RESISTENCIA A MÚLTIPLES FUNGICIDAS EN BOTRYTIS CINEREA EN FRESA

**Dolores Fernández-Ortuño<sup>1,2</sup>**

<sup>1-</sup> *Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, 29071 Málaga, España*

<sup>2-</sup> *Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea "La Mayora"-Universidad de Málaga-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IHSM-UMA-CSIC), Departamento de Microbiología, Campus de Teatinos, 29071 Málaga, España*

## RESUMEN

Una de las enfermedades más comunes que afecta al cultivo de fresa es la podredumbre gris o botritis causada por el hongo *Botrytis cinerea*. Importantes pérdidas económicas están asociadas a esta enfermedad que puede no solo presentarse durante el periodo de cultivo, sino también después de la cosecha, durante el almacenamiento y transporte. La principal estrategia de control de esta enfermedad es a través del uso de diferentes clases de fungicidas. Sin embargo, *B. cinerea* ha sido catalogado como un hongo con alto riesgo para desarrollar resistencias al poco tiempo de ser estos compuestos empleados para su uso. Como parte de un programa de supervisión de resistencia a fungicidas llevado a cabo en el sudeste de los Estados Unidos (2012-2014) y España (2014-2016), aproximadamente 3.000 aislados de *B. cinerea* fueron analizados mediante un sencillo ensayo de sensibilidad a fungicidas que evalúa la presencia o ausencia de desarrollo del hongo a determinadas dosis discriminatorias. Para las distintas clases químicas evaluadas, se observaron altos niveles de resistencia a piraclostrobin y boscalida; niveles medios para ciprodinil, fenhexamida y pentiopirad; y bajos para fludioxonil, fluopyram e iprodiona en aislados de *B. cinerea*. La mayoría de los aislados fueron resistentes a tres clases de fungicidas de las seis disponibles para el control de la enfermedad. Además se describieron aislados con resistencia a un fungicida aún no autorizado para el control de la botritis en fresa como es fluxapyroxad. La resistencia a piraclostrobin, iprodiona, fenhexamida y boscalida estuvo correlacionada con mutaciones puntuales en los correspondientes genes dianas: *cytb*, *bos1*, *erg27* y *sdhB*, respectivamente. El descubrimiento de aislados de *B. cinerea* resistentes a múltiples fungicidas confirma la absoluta ineficacia de ciertas clases de fungicidas y justifica la implementación de programas continuos de monitorización de resistencia a fungicidas.



## **EL CULTIVO DE LA FRESA**

En las últimas décadas el sector fresero ha aumentado su producción mundial considerablemente, pasando de 3,4 millones de toneladas en 1994 hasta más de 8 millones de toneladas en 2014 (FAOSTAT, 2014). Europa es uno de los principales productores del mundo, junto con América del Norte y Central. Con una producción anual de 400.000 toneladas y beneficios de 456 millones de euros, España es el mayor productor de Europa y el sexto del mundo (Anónimo, 2015). Dentro del territorio nacional, el 98% de la producción de fresa es generada en la provincia andaluza de Huelva (Anónimo, 2016).

La extensión de superficie y la especialización en el cultivo de la fresa ha favorecido un aumento en la incidencia de plagas y enfermedades cuyos agentes causales encuentran unas condiciones óptimas de humedad y temperatura en las infraestructuras del cultivo. Entre ellos, destacan las enfermedades producidas por hongos, no solo por la frecuencia de aparición en el cultivo de fresa sino también por los daños que provocan. Las enfermedades causadas por hongos se pueden clasificar en dos tipos: de suelo y aéreas. Los géneros *Phytophthora* y *Rhizoctonia*, agentes causales de podredumbres de corona y de raíces respectivamente, son algunos de los patógenos de suelo más comunes (Pérez-Jiménez et al., 2007). Entre las enfermedades aéreas destacan la antracnosis (*Colletotrichum* spp.), el oídio de la fresa (*Podosphaera aphanis*) y la podredumbre gris causada por *Botrytis cinerea* (Anónimo, 2018).

## **LA ENFERMEDAD DE LA PODREDUMBRE GRIS EN FRESA**

La enfermedad de la podredumbre gris o botritis, puede aparecer en cualquier momento del ciclo de cultivo, siendo las condiciones óptimas para el desarrollo de la misma una alta humedad relativa (95%) y temperaturas entre 17-25°C (Sutton, 1998). Aunque principalmente se encuentran atacados los frutos, también pueden verse afectados los peciolos, hojas, yemas, pétalos y pedúnculos florales. Durante la aparición de podredumbre gris en la flor, los pétalos y pedicelos de éstas adquieren un color marrón y finalmente mueren. Respecto al fruto, en un estadio temprano de la enfermedad, el tejido afectado adquiere un color grisáceo debido a la abundante capa de conidióforos con conidios en la superficie de la fruta. A medida que avanza la enfermedad, las lesiones en el fruto se van agrandando lentamente hasta que lo cubren por completo y dan lugar a la deformación de estos (Figura 1; Jarvis, 1977). Esta enfermedad conlleva importantes pérdidas económicas ya que no solo se presenta durante el periodo de cultivo, sino también en poscosecha.

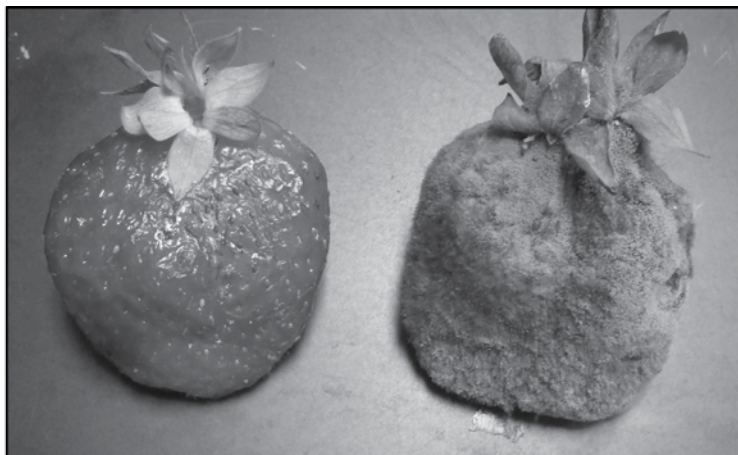


Figura 1. Estado avanzado de la infección por *B. cinerea* en fresa.

## CONTROL QUÍMICO DE LA PODREDUMBRE GRIS

Las importantes pérdidas económicas ocasionadas por *B. cinerea* hacen necesario establecer una serie de prácticas y controles encaminados a evitar o mitigar los daños producidos por la enfermedad. Debido a la ausencia de variedades de fresas resistentes a *B. cinerea* y a que no suelen usarse métodos de control biológico para evitar la infección de los fresales, la principal forma de control de la podredumbre gris reside en el control químico a través del uso continuado de fungicidas. Sin embargo, la utilización de estos compuestos químicos presenta el grave inconveniente de que determinados hongos fitopatógenos, como *B. cinerea*, desarrollan resistencia con facilidad a estos productos ocasionando importantes pérdidas en el cultivo. *Botrytis cinerea* se ha convertido en un gran problema para los agricultores y empresas de fitosanitarios debido a su capacidad para resistir a los fungicidas al poco tiempo de ser autorizados para su uso (Anónimo, 2013).

Por su modo de acción encontramos dos tipos de fungicidas, los llamados fungicidas de contacto y los denominados fungicidas sistémicos (Lucas, 1998). Los fungicidas de contacto actúan a nivel superficial de la planta y no son absorbidos por éstas, lo cual hace que sea necesario el uso de dosis altas de estos compuestos (Leroux, 2007). Los fungicidas de contacto actúan directamente sobre el patógeno, de modo que son muy efectivos como protectores en los puntos de entrada de éste. Al tener distintos puntos de actuación (inhibidores multisitio), el riesgo de aparición de resistencias a estos compuestos es poco probable (Leroux, 2007; Williamson et al., 2007); sin embargo son considerados altamente tóxicos para el medio ambiente. Alguno de los fungicidas de contacto más empleados para el control de *B. cinerea* en fresa son captan, clortalonil, folpet y tiram. Por otro lado, los fungicidas sistémicos si

son absorbidos por la planta y transportados en su interior, siendo efectivos contra el patógeno antes o después de que la infección se haya establecido. Son compuestos muy específicos que suelen afectar a puntos muy concretos de una determinada ruta metabólica o función fisiológica, por ello, la aparición de resistencias a este tipo de compuestos químicos es muy frecuente. Normalmente, mediante la aparición de mutaciones en el gen de la diana del fungicida se modifica la afinidad de éste por la misma, lo que resulta en una pérdida importante de la eficacia. Actualmente seis grupos químicos de fungicidas con acción específica (anilinopirimidinas, dicarboximidias, inhibidores de la biosíntesis de esteroides, fenilpirroles, inhibidores de la quinona externa y los inhibidores de la succinato deshidrogenasa) están autorizados para combatir la enfermedad de la podredumbre gris en fresa (Tabla 1).

Tabla 1. Fungicidas con mecanismos de acción específicos autorizados para combatir la podredumbre gris en fresa.

Grupo químico	Ingrediente activo	Modo de acción
1. Anilinopirimidinas	Ciprodinil	Síntesis de aminoácidos
	Mepanipirim	
	Pirimetanil	
2. Dicarboximidias	Iprodiona	Transducción de señal
3. Inhibidores de la biosíntesis de esteroides clase III	Fenhexamida	Biosíntesis de membrana
	Fenpirazamina	
4. Fenilpirroles	Fludioxonil	Transducción de señal
5. Inhibidores de la quinona externa (QoI)	Piraclostrobin	Respiración
	Trifloxistrobin	
6. Inhibidores de la succinato deshidrogenasa (SDHI)	Boscalida	Respiración
	Fluopyram	
	Pentiopirad	

## **RESISTENCIA A FUNGICIDAS CON ACCIÓN ESPECÍFICA EN AISLADOS DE B. CINEREA**

Para conocer la situación de sensibilidad/resistencia a los seis grupos químicos de fungicidas con mecanismos de acción específico autorizados para el control de la podredumbre gris, aislados de B. cinerea fueron tomados desde fincas freseras procedentes del sudeste de los Estados Unidos y España. En Estados Unidos, un total de 1.890 aislados fueron obtenidos durante las campañas de cultivo 2012 y 2013. Estos aislados fueron analizados mediante un sencillo ensayo de sensibilidad a fungicidas que evaluaba la germinación de esporas, o la presencia/ausencia de desarrollo micelial del hongo en placas

multipocillos con medio agarizado que incluían diversas clases de fungicidas a ciertas concentraciones discriminatorias. Las frecuencias medias de resistencia obtenidas en 2012 fueron del 42, 29, 27, 25, 3, y 1%, para piraclostrobin, boscalida, ciprodinil, fenhexamida, iprodiona y fludioxonil, respectivamente. En 2013, las frecuencias medias fueron del 59, 5, 17, 26, 2, y 1%, respectivamente. Los aislados analizados fueron resistentes a uno (23%), dos (18%), tres (19%), cuatro (14%), cinco (3%), o seis (0.1%) clases de fungicidas en 2012. En 2013 esta distribución fue del 24%, 29%, 26%, 8%, 2%, y 0.3%, respectivamente, pero además 6 aislados (0.3%) fueron resistentes a todos los fungicidas autorizados (Fernández-Ortuño et al., 2014). En España, un total de 367 aislados de *B. cinerea* fueron tomados desde 14 fincas freseras (13 comerciales y 1 orgánica) durante 2014 y 2015 en Huelva. Los resultados obtenidos mostraron altas frecuencias de resistencia a piraclostrobin (74%) y boscalida (65%); frecuencias de resistencia medias para ciprodinil (37%) y fenhexamida (24%); y bajas para iprodiona (15%) y fludioxonil (1%). La mayoría de los aislados (35%) fueron resistentes a tres clases de fungicidas (piraclostrobina/boscalida/ciprodinil o piraclostrobina/boscalida/fenhexamida) (Fernández-Ortuño et al., 2016b). La resistencia a boscalida, fenhexamida, iprodiona, y piraclostrobin estuvo correlacionada con mutaciones puntuales en los correspondientes genes dianas: *sdhB*, *erg27*, *bos1* y *cytb*, respectivamente (Fernández-Ortuño et al., 2012, 2016b; Grabke et al., 2013, 2014).

En estudios posteriores, se analizaron un mayor número de aislados del hongo frente a tres nuevos fungicidas inhibidores de la enzima succinato deshidrogenasa (SDHI): fluopyram, fluxapyroxad y pentiopirad. De los 2.570 aislados procedentes del sudeste de los Estados Unidos, se obtuvieron frecuencias de resistencia bajas para los tres fungicidas analizados (1, 5.5 y 7.4%, respectivamente). En España, de los 580 aislados de *B. cinerea* analizados desde 27 fincas procedentes de Huelva y Málaga, se obtuvieron resultados similares para fluopyram (7% aislados resistentes) y fluxapyroxad (13%); sin embargo, la frecuencia de resistencia para pentiopirad fue moderada (25% aislados resistentes). La resistencia estuvo nuevamente basada en mutaciones puntuales en el correspondiente gen diana (*sdhB*) (Fernández-Ortuño et al., 2016a, 2017).

## **PROGRAMA DE MONITORIZACIÓN DE RESISTENCIA A FUNGICIDAS**

Nuestros resultados confirman la absoluta ineficacia de ciertas clases de fungicidas, y justifica la implementación de programas continuos de monitorización de resistencia frente a los mismos. El uso inadecuado de estos compuestos químicos provoca, no solo un impacto negativo en las cosechas, sino también en el suelo, el agua y en la calidad del agroecosistema. Por ello, durante el desarrollo de dos proyectos de investigación financiados por los Programas Marie-Curie COFUND "U-mobility" y ComFuturo, se desarrolló un no-

vedoso programa de monitorización de resistencia a fungicidas en *B. cinerea* que proporciona información exacta para cada finca analizada, permitiendo al agricultor tener un plan de actuación rápido, y hacer frente a la enfermedad de la forma más breve posible (Figura 2). Contar con un servicio de este tipo evita pérdidas, reduce costes, beneficia al medio ambiente, y permite llevar a la práctica una agricultura más sostenible y productiva en el cultivo de fresa.

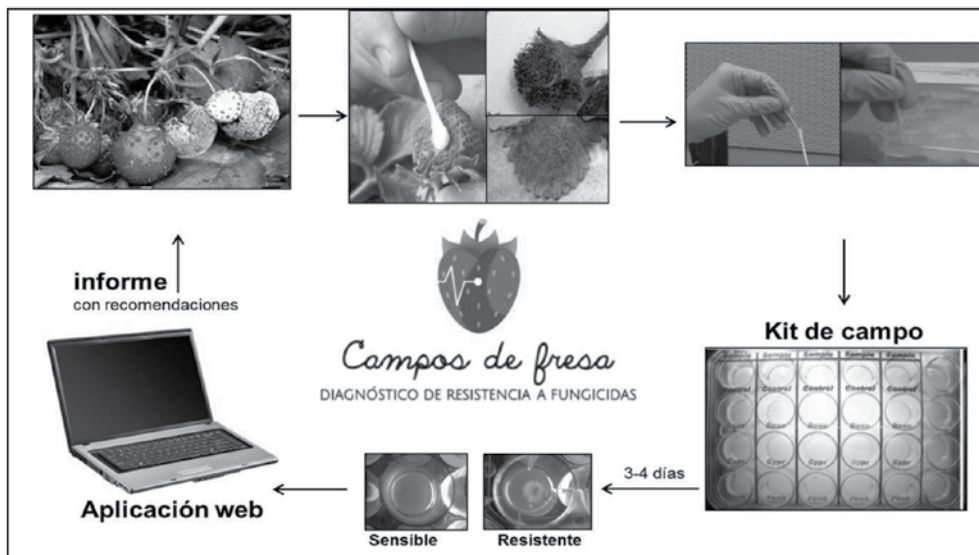


Figura 2. Programa de monitorización de resistencia a fungicidas en *B. cinerea*.

El programa de monitorización de resistencia a fungicidas, consta de un kit de campo, que permite evaluar todas las clases de fungicidas que están autorizados para combatir la enfermedad de la podredumbre gris, y una aplicación web que, tras analizar los resultados, genera un informe que es enviado de forma personalizada a cada agricultor. El informe contiene recomendaciones generales y específicas por lo que cada agricultor conoce exactamente que fungicidas están funcionando y cuales debe descartar en su finca (Figura 2). De esta forma se evita el uso innecesario de productos químicos que además de no hacer nada, generan resistencia y no evitan las pérdidas.

Para beneficiarse de este servicio, actualmente ofrecido por la empresa spin-off Funglab ([www.funlab.es](http://www.funlab.es)) creada por el grupo "Biología y Control de Enfermedades de Plantas" del IHSM-UMA-CSIC "La Mayora" con sede en la Universidad de Málaga, el agricultor debe enviar muestras desde su finca con la mayor rapidez posible tras observar la enfermedad, junto con información sobre su nombre, apellidos, fecha en la que tomo las muestras, localización de la parcela, teléfono y email de contacto a: Funglab, Edificio de I+D+i, 4ª Planta, Universidad de Málaga, Campus Universitario de Teatinos s/n, 29010

Málaga. Tras recibir las muestras para análisis, el agricultor conocerá en tan solo 4 días, el plan de actuación a seguir. En la propia web FunGLab se explica cómo deben recoger las muestras (<https://www.funlab.es/copia-de-botritis-enfermedad>)

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el programa Marie Curie COFUND "U-Mobility", cofinanciado por la Universidad de Málaga, el séptimo programa marco de la Comisión Europea (número GA 246550) y el Ministerio de Economía y Competitividad (COFUND2013-40259); además de por la Fundación General CSIC (Programa ComFuturo).

## REFERENCIAS:

- Anónimo, 2013. Pathogen risk list of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) ([http://www.frac.info/docs/default-source/publications/pathogen-risk/pathogen-risk-list.pdf?sfvrsn=669d419a\\_8](http://www.frac.info/docs/default-source/publications/pathogen-risk/pathogen-risk-list.pdf?sfvrsn=669d419a_8))
- Anónimo, 2015. Estadísticas de la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (<http://www.fao.org/statistics/es/>)
- Anónimo, 2016. Superficies y producciones anuales de cultivos Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (<http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>)
- Anónimo, 2018. Balance Fitosanitario Campaña 2017-2018. Red de Alerta e Información Fitosanitaria de Andalucía (<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescayderollorural/raif/balances-fitosanitarios>)
- FAOSTAT, 2014. Top production of strawberries. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data>)
- Fernández-Ortuño, D., Chen, F., y Schnabel, G. 2012. Resistance to pyraclostrobin and boscalid in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry fields in the Carolinas. *Plant Disease* 96:1198-1203.
- Fernández-Ortuño, D., Grabke, A., Bryson, K.P., Amiri, A., Peres, N.A. y Schnabel, G. 2014. Fungicide resistance profiles in *Botrytis cinerea* from strawberry fields of seven southern U.S. states. *Plant Disease* 98:825-833.
- Fernández-Ortuño, D., Hu, M-J., y Schnabel, G. 2016a. Monitoring resistance to SDHI fungicides in *Botrytis cinerea* from strawberry fields. *Plant Disease* 100: 959-965.
- Fernández-Ortuño, D., Torés, J.A., Chamorro, M., Pérez-García, A., y de Vicente, A. 2016b. Characterization of resistance to six chemical classes of site-specific fungi-

cides registered for gray mold control on strawberry in Spain. *Plant Disease* 100:2234-2239.

Fernández-Ortuño, D., Pérez-García, A., Chamorro, M., de la Peña, E., de Vicente, A., y Torés, J.A. 2017. Resistance to the SDHI fungicides boscalid, fluopyram, fluxapyroxad and penthiopyrad in *Botrytis cinerea* from commercial fields in Spain. *Plant Disease* 101:1306-1313.

Grabke, A., Fernández-Ortuño, D., Amiri, A., Li, X.P., Peres, N.A., Smith, P., y Schnabel, G. 2014. Characterization of iprodione resistance in *Botrytis cinerea* from strawberry and blackberry. *Phytopathology* 104:396-402.

Grabke, A., Fernández-Ortuño, D., y Schnabel, G. 2013. Fenhexamid resistance in *Botrytis cinerea* from strawberry fields in the Carolinas is associated with four target gene mutations. *Plant Disease* 97:271-276.

Jarvis, W.R. 1977. *Botryotinia and Botrytis species: taxonomy, physiology, and pathogenicity*. Monograph No 15, Research Branch Canada Department of Agriculture, Harrow, Ontario, Canada.

Leroux, P. 2007. Chemical control of *Botrytis* and its resistance to chemical fungicides. Pages 195-222 in: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski, and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Lucas, J.A. 1998. Disease Management. Pages: 191-265 in *Plant Pathology and Plant Pathogens* 3th ed. Blackwell Science, Oxford.

Pérez-Jiménez R.M., Segundo, E., y Talabera Rubia M.F. 2007. Enfermedades de la fresa causadas por patógenos de suelo. *Agrícola Vergel* 26:42-53.

Sutton, J. C. 1998. *Botrytis* fruit rot (gray mold) and blossom blight. Pages 28-31 in: *Compendium of Strawberry Diseases*, 2nd ed. J.L. Maas, ed. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., y van Kan, J. A. L. 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology* 8:564-580.

# LA AMENAZA DE ENFERMEDADES EMERGENTES: SITUACIÓN ACTUAL Y AVANCES CIENTÍFICOS EN HLB

**Ester Marco Noales**

*Centro de Protección Vegetal y Biotecnología  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Moncada (Valencia)*

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad denominada Huanglongbing (HLB), también conocida como "greening", que fue observada por primera vez en Asia hace más de un siglo, está considerada hoy en día como la más destructiva de los cítricos, debido a su complejidad, su capacidad de devastación y su resistencia a ser controlada, ya que la mayoría de las especies y cultivares comerciales de cítricos son susceptibles a la misma. Los cítricos constituyen uno de los frutales más importantes del mundo, tanto en cuanto a su mercado de producción y transformación como a su comercio global (Liu et al., 2012). China es el mayor productor mundial, seguida de Brasil, la India, Estados Unidos, México y España (FAO, 2017a, b). De estos seis países, solo España está libre, hoy por hoy, de HLB, enfermedad que ha llegado a erigirse en el mayor desafío que tienen los productores de cítricos, ya que reduce el rendimiento y la calidad de la fruta y debilita mucho el árbol (Qureshi y Stansly, 2009).

El HLB está causado por bacterias que viven en el floema de la planta y son transmitidas por determinados insectos (psílidos). Las bacterias asociadas a la enfermedad, que todavía no han podido cultivarse en el laboratorio, pertenecen a tres especies: 'Candidatus Liberibacter asiaticus' (CaLas), 'Candidatus Liberibacter africanus' (CaLaf) y 'Candidatus Liberibacter americanus' (CaLam), según el área geográfica donde primero se encontraron (Bové, 2006). El psílido *Diaphorina citri* es el vector natural de CaLas y CaLam, mientras que *Trioza erytreae* es el de CaLaf (Bové, 2006).

Los síntomas característicos del HLB consisten en un moteado difuso con clorosis asimétrica del limbo foliar (Fig. 1), que es lo que originó el nombre de enfermedad del brote amarillo (huanglongbing en chino), y en frutos más pequeños de lo normal, deformes, internamente asimétricos, con inversión de color (la coloración naranja se inicia en la zona peduncular y avanza hacia la estilar), en los que las semillas pueden llegar a abortarse, y que con frecuencia caen prematuramente y tienen sabor amargo (Bové, 2006; Martinelli y Dandekar, 2017). El árbol afectado tiene limitado el transporte de fotoasimilados y la entrada de nutrientes, y eso lleva a la defoliación de la copa y al desarrollo de raíces fibrosas, que conducen a la muerte del árbol unos diez años después de los primeros síntomas (Bové, 2006).



Todas las especies de Rutáceas son hospedadores potenciales y todas las variedades de cítricos cultivados son susceptibles al HLB, aunque en diferente grado (Folimonova et al., 2009; Gottwald et al., 2012; Hao et al., 2016). Históricamente, las más susceptibles son el naranjo dulce (*Citrus sinensis* L. Osb.), el tangelo (*Citrus* × tangelo) y el mandarino (*C. reticulata* Blanco); entre las moderadamente susceptibles están el pomelo (*C. paradisi* Macf.), el limón (*Citrus* × limon), la lima 'Rangpur' (*Citrus* × limonia Osb.), el calamondín (*X Citrofortunella microcarpa*) y el pomelo chino (*C. maxima*); más tolerantes son la lima mexicana (*Citrus* × aurantifolia Swingle) y el naranjo trifoliado (*C. trifoliata* o *Poncirus trifoliata*). Las especies de Rutáceas no cítricas, como *Murraya paniculata*, también sirven como hospedadoras de las bacterias asociadas al HLB (Timmer et al., 2000; Appel, 2004; Lopes et al., 2005; Bové, 2006).

A pesar de que los síntomas de HLB se conocían desde finales del siglo XIX,



y de los continuados esfuerzos para controlar la enfermedad, todavía hoy en día se carece de tratamientos técnicamente factibles, sostenibles y seguros para el medio ambiente (Grafton-Cardwell et al., 2013; Martinelli y Dandekar, 2017), tanto para eliminar las bacterias como sus vectores. Por tanto, hay una urgente necesidad de desarrollar estrategias efectivas para mitigar el HLB.

Figura 1. Síntomas de HLB en árboles de naranjo. Sudáfrica, 2018. (A. Tena, IVIA)

## **SITUACIÓN ACTUAL**

El HLB podría haberse originado en el sur de China, donde Reinking describió el amarilleamiento y el moteado en las hojas en 1919 (Bové, 2006). Sin embargo, parece que estos síntomas ya se habían observado en la India en los siglos XVIII y XIX, y en 1912 llegó a ser un grave problema en la provincia de Bombay (Capoor, 1963). En la década de los 70 del siglo XX, el HLB ya había devastado muchas regiones productoras de Asia y África. Y en esa época, el vector asiático, *D. citri*, ya estaba establecido en el hemisferio occidental desde hacía décadas, habiéndose identificado en Brasil en 1942 (da Costa Lima, 1942). En 1998, *D. citri* se encontró en el sur de Florida y poco después estaba por todo el estado (Halbert y Manjunath, 2004). En 2004, el HLB se detectó

por primera vez en las Américas, en el estado de São Paulo en Brasil. En 2005 se detectó en el condado de Miami-Dade en Florida y, desde entonces, se ha detectado en otros seis estados de los Estados Unidos: California, Georgia, Hawaii, Luisiana, Carolina del sur y Texas. Actualmente, el HLB está extendido por más de 40 países (Croxtton y Sansly, 2014), y los mayores productores del mundo están particularmente amenazados por esta enfermedad (do Brasil Cardinali et al., 2012; FAOSTAT, 2009). El impacto económico del HLB es muy severo. Por poner solo un ejemplo, el volumen de producción en Florida cayó un 58% desde la primera detección de CaLas en 2005, y se ha calculado que los daños a la industria de cítricos en este estado exceden los 4,5 billones de dólares, con una pérdida acumulada de unos 374 millones de dólares por año, habiendo pasado la superficie dedicada a los cítricos de 303.514 hectáreas a 192.630 en el período entre 2000 y 2014 (Hodges y Spreen, 2012; Hodges et al., 2014). Actualmente, la incidencia del HLB en Florida ha alcanzado o está muy próxima al 100%, y la eliminación del inóculo de parcelas individuales ya no es una opción.

Es una enfermedad que hoy día es difícil de manejar por varias razones (Fletcher et al., 2018): la naturaleza perenne del cítrico, la susceptibilidad de las plantas hospedadoras y la dificultad para producir cultivares resistentes, la ausencia de resistencia en especies filogenéticamente próximas, la resiliencia de las bacterias patógenas asociadas al HLB, su distribución en la planta, la incapacidad para cultivarlas en el laboratorio, el decisivo papel de los insectos vectores en la transmisión y el problema del modo de administración de productos terapéuticos tanto en la planta como en el vector; en definitiva, la complejidad de las interacciones entre la bacteria patógena, el vector y la planta hospedadora, en ausencia de un buen sistema modelo en el que estudiar estas interacciones. El manejo del HLB tiene que incluir necesariamente un conjunto integrado de estrategias dirigidas a reducir el inóculo de la bacteria en el campo (basándose en la presencia de un sistema de detección fiable), el control de las poblaciones del vector, la quimioterapia y la producción de material de propagación libre de la enfermedad.

## **AVANCES CIENTÍFICOS EN EL CONOCIMIENTO DEL HLB Y EN LAS ESTRATEGIAS PARA SU CONTROL**

### **Biología de las bacterias asociadas al HLB**

Las bacterias asociadas a esta enfermedad, CaLas, CaLaf y CaLam, son tres especies de bacterias Gram-negativas del género 'Candidatus Liberibacter' de la familia Rhizobiaceae. Las tres especies están restringidas al floema de la planta y la hemolinfa de sus insectos vectores, y hasta el momento no se han podido cultivar en el laboratorio, a pesar de los avances recientes que se han hecho por genómica comparativa (Fagen et al., 2014), lo que hace que el estatus taxonómico sea el de "Candidatus". De hecho, el estudio de los meca-

nismos que permiten la colonización de la planta e inducen enfermedad se ve dificultado por esta incapacidad para cultivarlas, y mucho de lo que se sabe o especula se ha deducido de las secuencias del genoma completo de las tres especies que hay depositadas en las bases de datos. Son genomas de tamaño más pequeño y con menos genes que los de bacterias cultivables relacionadas (Duan et al., 2009; Zheng et al., 2014), lo que refleja que han perdido diversas funciones en su proceso de adaptación a una vida intracelular dentro de la planta hospedadora y del insecto vector.

Una vez la bacteria ha sido inoculada en el floema de la planta por el vector, su población se va incrementando, alcanzando aproximadamente 10<sup>8</sup> células bacterianas por gramo de tejido en unos 6-7 meses (Coletta-Filho et al., 2014). Sin embargo, los árboles infectados permanecen asintomáticos durante los primeros estadios de la enfermedad, y los síntomas tempranos son difíciles de reconocer debido a que son muy leves y fácilmente confundibles con los causados por otras condiciones.

### **Interacciones entre las bacterias asociadas al HLB, las plantas hospedadoras y los insectos vectores**

Se ha demostrado que CaLas parece suprimir las respuestas defensivas en los cítricos, como pueden ser las especies reactivas del oxígeno y el ácido acetil-salicílico, mediante la secreción de determinadas proteínas (Nwugo et al., 2013; Jain et al., 2015; Li et al., 2017). La planta responde a la infección bacteriana reprogramando la expresión de sus genes. La respuesta es generalmente más fuerte en los primeros estadios de la infección, y es mayor en los cultivares tolerantes que en los susceptibles (Albrecht y Bowman, 2012a; Fan et al., 2012; Rawat et al., 2015, 2017; Wang et al., 2016; Hu et al., 2017; Yu et al., 2017). Se sobreexpresan genes implicados en diversos procesos biológicos como las respuestas de defensa, la fotosíntesis, el metabolismo, las señales mediadas por hormonas, la síntesis de pared celular y los procesos de oxidación-reducción. También se sobreexpresan los genes relacionados con la deposición de calosa en el floema de las plantas infectadas y con la biosíntesis de almidón (Boava et al., 2017), lo que apoya la hipótesis de que la deposición de calosa interfiere con el transporte de los productos fotosintéticos por el floema, favoreciendo los síntomas de HLB (Kim et al., 2009; Koh et al., 2012; Martinelli et al., 2013; Boava et al., 2017). Las interacciones planta-bacteria en el HLB incluyen no solo respuestas del hospedador relacionadas con sus funciones celulares sino también respuestas derivadas de la manipulación de las rutas metabólicas por parte de la bacteria para su propio beneficio, ya que las utiliza para adquirir nutrientes y codificar transportadores y enzimas para metabolizar los nutrientes producidos por el hospedador (Killiny y Hijaz, 2016; Killiny y Nehela, 2017).

Las bacterias asociadas al HLB son dependientes de los vectores para moverse entre plantas hospedadoras, lo que probablemente contribuye a su super-

vivencia a largo plazo (Inoue et al., 2009; Ammar et al., 2016). Aunque puede que no se repliquen eficientemente en todos los estadios de los psílidos, parece claro que sobreviven durante largos períodos en el insecto y pueden ser transmitidas verticalmente, aunque la frecuencia es baja (Mann et al., 2011). Incluso se ha observado que varios genes de CaLas se expresan diferencialmente según las bacterias estén asociadas a planta o a insecto (Fletcher et al., 2018). La eficiencia biológica de los insectos vectores se ve afectada por la presencia de estas bacterias, por lo que se consideran patógenas tanto para la planta como para el insecto. Hay algunas evidencias de que las especies de 'Candidatus Liberibacter' podrían haber evolucionado primero como bacterias patógenas de insectos o como simbioses, y después llegaron a ser bacterias patógenas de plantas (Gottwald, 2010).

### **Diagnóstico del HLB y detección de las bacterias asociadas**

Para un buen manejo del HLB, la primera medida es disponer de métodos de detección y diagnóstico precisos, sensibles y con una adecuada relación calidad-precio. El diagnóstico está basado principalmente en la prospección para la búsqueda de síntomas, pero la inspección visual está muy sometida a una interpretación subjetiva y se ha calculado una precisión media de entre un 47 y un 59% (Futch et al., 2009), pudiendo ser los errores, por tanto, mayores al 30% (Pereira et al. 2011), ya que los síntomas del HLB pueden ser confundidos con otros problemas bióticos o abióticos que afectan a la salud de la planta (Lin et al., 2010). Para el diagnóstico se han empleado también métodos como la microscopía electrónica, la serología, las sondas de ADN, los ensayos enzimáticos y la PCR convencional y cuantitativa. Pero todos estos métodos no permiten, hoy por hoy, una detección temprana de las bacterias asociadas al HLB. La detección temprana es crítica para reducir la diseminación de esta enfermedad y minimizar el impacto económico de los diagnósticos erróneos.

El principal desafío para la detección es el muestreo, dificultado por la desigual distribución espacio-temporal de 'Candidatus Liberibacter' spp. tanto en las plantas como en los insectos, y por el largo período de latencia entre la inoculación y el momento en que se puede detectar la bacteria. El método estándar aceptado por muchos laboratorios y por las agencias reguladoras para una determinación inicial de infección por 'Candidatus Liberibacter' spp. es la PCR cuantitativa (qPCR) en tiempo real de Li et al. (2006), dirigida a una secuencia del gen ribosómico 16S. Después, se pueden realizar ensayos con PCR convencional y secuenciación del ADN para verificación final. La qPCR puede detectar hasta una copia del ADN, y es por ello que el reto más importante no es la sensibilidad sino la distribución desigual espacio-temporal (Kunta et al., 2014; Louzada et al., 2016). Diversos estudios han demostrado que la detección de estas bacterias en árboles infectados se demora desde varias semanas a meses después del momento de la inoculación, dependiendo del tamaño y el tipo de árbol (Bové, 2006; Gottwald, 2010). De hecho, la

planta es una fuente de inóculo bacteriano para el vector mucho tiempo antes de que las bacterias puedan ser detectadas.

En cuanto a los métodos de detección remota, se sabe que los parámetros del espectro electromagnético proporcionan información sobre el estrés fisiológico de la planta y se pueden encontrar diferencias entre plantas sanas y enfermas en la región del visible-infrarrojo (Purcell et al. 2009). Se han hecho varios ensayos comparando plantas sanas y plantas afectadas por HLB que han demostrado el potencial de la espectroscopía para detectar la infección por HLB en condiciones de campo (García-Ruiz et al., 2013; Mishra et al., 2011). Estas técnicas se han de seguir desarrollando, centrándose en equipamientos de bajo coste que permitan una detección espectroscópica rápida con reducción de falsos positivos (Arredondo et al., 2016).

Se han estudiado también otros métodos de diagnóstico. Así, la determinación de la cantidad de almidón en la hoja del cítrico permite diferenciar hojas infectadas por HLB, ya que en éstas se produce una acumulación de almidón, de otras con síntomas visualmente análogos como la deficiencia de zinc (Pourezza et al., 2014, 2015). También el análisis químico, mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas, de compuestos orgánicos volátiles que emanan de árboles infectados por HLB muestra que la huella de estos biomarcadores es específica de las bacterias asociadas al HLB y podría ser una herramienta muy útil (Aksenov et al., 2014). La puesta a punto de técnicas de detección y diagnóstico sensibles y específicas no es solo importante para determinar la presencia de la bacteria, sino también para la evaluación de cualquier tratamiento sobre las poblaciones de '*Candidatus Liberibacter*' spp., ya que la interpretación de los resultados es muy dependiente del método de detección utilizado (Blaustein et al., 2018).

### **Control del HLB**

Las dos estrategias básicas de manejo de enfermedades bacterianas transmitidas por vector son: reducir la población de vectores y reducir la cantidad de inóculo disponible para los vectores. En el caso del HLB, la efectividad de estas estrategias está avalada por la investigación científica (Belasque et al., 2010; Ayres et al., 2015; Bergamin Filho et al., 2016), pero solo tienen éxito si la epidemia está en los primeros estadios, cuando el nivel de inóculo es relativamente bajo, mientras que en áreas donde el HLB ha llegado a estar bien establecido el efecto puede limitarse simplemente a ralentizar la dispersión de la enfermedad y disminuir sus consecuencias (Monzo y Stansly, 2017). Además, la optimización de estas estrategias dependerá de las tecnologías de detección temprana, de manera que los árboles infectados se puedan identificar y eliminar antes de que lleguen a constituir una fuente de inóculo para el vector. Aunque esta forma de control es esencial, por sí sola no puede mitigar las consecuencias a largo plazo de la enfermedad (Blaustein et al., 2018). A esto hay que añadir que cualquier medida frente al HLB dependerá

de su implementación en un área extensa y de una participación cooperativa de todos los productores. Las aplicaciones de insecticidas en Florida no fueron muy efectivas debido a la participación incompleta de los agricultores en determinadas zonas (Singerman et al., 2017). Además, en Florida no se han eliminado los árboles de parcelas abandonadas y de áreas urbanas cercanas a las zonas de producción de cítricos, con lo que la presión de estas fuentes de inóculo ha persistido (Tiwari et al., 2010), mientras que en Brasil un componente de la efectividad ha sido la eliminación continua de árboles infectados y la erradicación total de parcelas abandonadas y de huéspedes alternativos (Belasque et al., 2010). Las nuevas estrategias para manejar el HLB incluyen la utilización de sustancias frente a la bacteria que sean amistosas con el medio ambiente, de compuestos que estimulen el crecimiento de las plantas y/o promuevan las defensas del hospedador, la termoterapia y la puesta a punto de estrategias para desarrollar resistencia en la planta frente a estas bacterias. Además, también es muy importante el estudio de la microbiota asociada al cítrico y sus implicaciones para la salud del árbol.

El incremento en la nutrición y la irrigación es una práctica cada vez más generalizada entre algunos agricultores de Florida (Fletcher et al., 2018), que afirman que de este modo los síntomas son menos pronunciados y se mejora el rendimiento, tanto en cuanto a producción como a calidad de la fruta. Si bien es cierto que los árboles sometidos a cualquier tipo de estrés son más susceptibles a infecciones, los resultados de la investigación científica a este respecto en el caso del HLB no son concluyentes, tal vez porque los efectos de una nutrición óptima y una buena irrigación son solo aparentes después de 2-3 años, y algunos de los estudios realizados son en plazos más cortos (Gottwald et al., 2012; Stansly et al., 2014; Kadyampakeni et al., 2015; Morgan et al., 2016; Hamido et al., 2017; Plotto et al., 2017; Rouse et al., 2017; Tansey et al., 2017). En cualquier caso, la tendencia ahora en árboles infectados por HLB es llevar a cabo este tipo de acciones para promover un buen estado de salud y una buena producción de fruta (Roka et al., 2009; Zansler, 2017), con el objetivo de convivir con la enfermedad en lugar de eliminarla. Otra aproximación es reducir el período hasta la producción de fruta y maximizar el rendimiento con cultivo altamente intensivo (Roka et al., 2009), a fin de que la tasa de recambio de árboles sea mayor conforme los síntomas de HLB se vayan haciendo más severos. Y otra estrategia es la aplicación de mezclas de fertilizantes foliares, en un intento de compensar la pérdida de nutrientes por el bloqueo del floema en los árboles infectados. Es interesante tener en cuenta que se ha calculado que todas estas nuevas medidas han incrementado los costes de producción en un 40% (Irey et al., 2008).

### ***Tratamientos químicos***

Los compuestos antimicrobianos han desempeñado un papel muy importante en la agricultura, principalmente en Estados Unidos, para el control de diversas bacterias fitopatógenas, como *Erwinia amylovora* (Stockwell y Duffy,

2012). En 2016, se aprobó el uso de sulfato de estreptomina, hidrocloreto de oxitetraciclina y complejo cálcico de oxitetraciclina en aplicación foliar para el tratamiento del HLB en Florida; sin embargo, el potencial benéfico de estos compuestos no está claro (Wang et al., 2017). Mientras que la utilización de antimicrobianos de espectro reducido puede ser interesante como una herramienta más para el manejo de la enfermedad con soluciones proactivas (Blaustein et al., 2018), la utilización de antibióticos relacionados con el ámbito humano y veterinario se debe evaluar muy cuidadosamente (Chang et al., 2015; Franklin et al., 2016). Sin embargo, aunque en los años 70, tanto en Asia como en África, se obtuvo escaso éxito con la inyección en tronco de compuestos basados en tetraciclina (Zhang et al., 2013), el drástico impacto del HLB en la producción de cítricos en los últimos 15 años ha hecho que el desarrollo de estrategias basadas en antimicrobianos haya cobrado interés nuevamente.

Hay estudios recientes, tanto en invernadero como en campo, sobre las fluctuaciones en las poblaciones de 'Candidatus Liberibacter' spp. en hojas de árboles tratados con antibióticos de amplio espectro mediante pulverización foliar, inmersión de raíces y/o inyección en tronco (Hu y Wang, 2016; Shin et al., 2016; Yang et al., 2016; Zhang et al., 2011, 2013). Son ensayos de gran duración, habitualmente de más de un año, ya que se necesitan tiempos largos para diferenciar los efectos de los antibióticos de la estacionalidad natural de las poblaciones patógenas de 'Candidatus Liberibacter' spp., puesto que se sabe que estas bacterias tienen la capacidad de moverse por todo el árbol, de las raíces a las hojas y de las hojas a las raíces, en distintos momentos a lo largo del año (Wang et al., 2017; Zhang et al., 2013). Los ensayos con penicilina inyectada en tronco han mostrado cierta efectividad y pocos efectos colaterales en la población bacteriana autóctona (Shin et al., 2016), aunque parece haber algunas limitaciones en el transporte del antimicrobiano por todo el sistema vascular del cítrico. No obstante, en ausencia de ensayos a largo plazo, la posibilidad de aparición de resistencias a este  $\beta$ -lactámico limita su aplicación comercial a escala de campo. En cuanto a los ensayos con hidrocloreto de oxitetraciclina, también mediante inyección en tronco (Hu y Wang, 2016), revelan que es un compuesto efectivo en la reducción de las poblaciones de CaLas, pero todavía tiene que determinarse la dosis óptima para reducir su fitotoxicidad y, además, la duración del efecto no está clara, ya que se ha observado un recrecimiento de las bacterias acantonadas en ciertos reservorios como las raíces (Blaustein et al., 2018), debido al movimiento estacional de la bacteria por diferentes partes de la planta. Se ha comprobado también que el efecto sinérgico de dos o más antibióticos, mediante una terapia combinada, puede prolongar su actividad antimicrobiana frente a CaLas (Zhang et al., 2011), aunque los estudios de campo en este sentido han mostrado un aumento en las poblaciones de la bacteria entre primavera y otoño que podría deberse a su recrecimiento o a reintroducción de inóculo a través del insecto vector (Zhang et al., 2011). Y, además, estos tratamientos

inducen un cambio en la estructura poblacional de la microbiota nativa de las hojas (Zhang et al., 2013). En definitiva, a pesar de los avances prometedores en el uso de antibióticos de amplio espectro para controlar 'Ca. Liberibacter' spp., hay todavía muchos desafíos, que incluyen la estacionalidad de las poblaciones de la bacteria (lo que implica oscilaciones de las mismas, de modo que la bacteria parece restablecerse con el tiempo), su mínima inactivación en los brotes más maduros, la fitotoxicidad del antimicrobiano y el impacto adverso del mismo sobre la abundancia y la diversidad de la microbiota nativa (Blaustein et al., 2018). Por tanto, la optimización de los tratamientos en campo con este tipo de antibióticos requiere más investigación.

Es posible que moléculas más pequeñas que los antibióticos de amplio espectro controlen el HLB de modo más efectivo y minimicen el impacto ecológico adverso relacionado con la fitotoxicidad y la disrupción de la microbiota nativa. Sin embargo, el desarrollo de nuevos compuestos terapéuticos que tengan como diana específicamente a 'Ca. Liberibacter' spp. es un reto debido a las dificultades asociadas con la identificación de las dianas moleculares, ya que, como se ha comentado anteriormente, estas bacterias no pueden ser cultivadas en el laboratorio. Aún así, se han buscado compuestos con actividad frente a 'Ca. Liberibacter' spp., basándose en la información que proporcionan los genomas (Duan et al., 2009), y también utilizando organismos filogenéticamente emparentados, que sí son cultivables, como organismos modelo (por ejemplo, *Agrobacterium tumefaciens* y *Sinorhizobium meliloti*) (Akula et al., 2012; Gardner et al., 2016; Pagliai et al., 2014).

Otra aproximación alternativa a los antibióticos es la termoterapia, que consiste en someter plántulas a temperaturas de entre 42 y 45 °C durante un determinado tiempo (Fan et al., 2016; Yang et al., 2016). Aunque este método es laborioso y económicamente costoso en campo, se han hecho muchos esfuerzos en equipamiento comercial para hacerlo más factible a gran escala (Trotochaud y Ehsani, 2016). Sin embargo, mientras que en plantas pequeñas en invernadero se ha demostrado que la termoterapia reduce las poblaciones de CaLas (Fan et al., 2016), en árboles maduros en condiciones de campo los resultados son mixtos (Yang et al., 2016; Doud et al., 2017).

La aplicación de compuestos que favorecen el crecimiento de la planta y estimulan sus defensas, como algunos esteroides (Canales et al., 2016), ácido ascórbico (Li et al., 2016) o L-arginina (Martinelli et al., 2016), es otro de los tratamientos que se han ensayado frente al HLB. Si bien este tipo de compuestos parecen contribuir a disminuir la progresión de los síntomas de HLB por su efecto positivo en las defensas del cítrico y en su crecimiento, no tienen un fuerte impacto deletéreo sobre 'Ca. Liberibacter' spp. (Blaustein et al., 2018). En la misma línea, se ha demostrado que la adición de micronutrientes puede favorecer el crecimiento de árboles asintomáticos en los primeros estadios de la infección por HLB, pero no tienen un efecto significativo en árboles enfermos que están en etapas avanzadas (Wang et al., 2017) porque



no reduce las poblaciones de la bacteria (Blaustein et al., 2018). Otras posibles herramientas, como el uso de nanopartículas de zinc (Young et al., 2017) requiere más investigación.

### ***Microbiota de los cítricos***

La microbiota de la planta desempeña un papel crítico en su desarrollo porque contribuye al control de las enfermedades y la tolerancia al estrés, entre otras funciones. De hecho, aprovechar el potencial beneficioso de la microbiota nativa puede ser una solución económica y logísticamente factible para controlar bacterias complicadas como 'Ca. Liberibacter' spp. (Blaustein et al., 2018). Hay varios estudios centrados en los cambios en abundancia y diversidad de las comunidades microbianas asociadas a los cítricos durante el desarrollo del HLB (Blaustein et al., 2017; Zhang et al., 2017). En este sentido, comparando árboles sanos con árboles enfermos se ha podido identificar microbiota asociada a los cítricos sanos que puede tener varias funciones: competir con 'Ca. Liberibacter' spp. por los nutrientes, limitando así su capacidad de crecer y dispersarse; producir compuestos con actividad antagonista frente a 'Ca. Liberibacter' spp. y otras bacterias asociadas con enfermedad; favorecer la adquisición de nutrientes por parte de la planta, lo cual puede aliviar las deficiencias de nutrientes relacionadas con los síntomas de HLB; e inducir rutas de señalización de la planta que estimulan respuestas de defensa (Blaustein et al., 2017). Puede haber también otras causas más generales que den lugar a determinadas asociaciones entre microbiota y cítrico sano, como la proliferación de ciertos taxones en plantas más sanas, la respuesta de las comunidades microbianas a la supresión de las defensas de la planta por la presencia de 'Ca. Liberibacter' spp. (Wang et al., 2017) o cambios en los niveles hormonales de la planta durante la alimentación del vector (Casteel et al., 2012). De hecho, las asociaciones de microorganismos con los cítricos varían en función de factores diversos como la localización geográfica, el cultivar, la estación, la hora del día y también la severidad de los síntomas de HLB (Blaustein et al., 2017). La abundancia relativa de 'Ca. Liberibacter' spp. entre la microbiota (epífita y endófito) de las hojas se correlaciona positivamente con la progresión de síntomas de HLB y negativamente con la diversidad de esta microbiota (Blaustein et al., 2017). Se han encontrado relaciones mutuamente excluyentes entre 'Ca. Liberibacter' spp. y miembros de las familias Burholderiaceae, Micromonosporaceae y Xanthomonadaceae (Blaustein et al., 2017). Los géneros Bradyrhizobium y Burkholderia son dominantes entre rizosfera y rizoplano de cítricos y se ven severamente afectados por HLB, por lo que pueden estar implicados en interacciones beneficiosas con el árbol (Zhang et al., 2017). Se ha demostrado que la inoculación de plántulas de cítrico con cepas de Burkholderia aisladas de la microbiota de la raíz de cítricos sanos desencadena la expresión de genes de la planta implicados en resistencia sistémica adquirida y limita la infección por 'Ca. Liberibacter' spp. (Zhang et al., 2017). En definitiva, una línea de investigación de futuro es caracterizar las interac-

ciones entre la microbiota autóctona, 'Ca. Liberibacter' spp. y la planta, con el fin de desarrollar nuevas estrategias para modificar hasta cierto punto las comunidades microbianas asociadas a la planta y mitigar así el HLB. Puesto que la diversidad de la microbiota autóctona puede ser muy importante para combatir el HLB y favorecer la salud de los cítricos, su abundancia y diversidad se puede potenciar, además, con el uso de aditivos orgánicos (Joa et al., 2014).

Los virus bacteriófagos son también parte de la microbiota autóctona, y las terapias con fagos específicos tienen que ser investigadas, aunque es fundamental optimizar el método de administración en la planta.

### ***Desarrollo de cítricos resistentes al HLB***

No se ha encontrado evidencia de la presencia de genes de resistencia al HLB en ninguna variedad de cítricos. Sin embargo, hay una diferencia sustancial en la tolerancia a la enfermedad de distintas variedades y patrones. Las variedades de cítricos tolerantes al HLB tienen una carga de 'Ca. Liberibacter' spp. mucho más reducida que las variedades susceptibles (Albrecht y Bowman, 2012b) y muestran síntomas menos severos (Fan et al., 2012). Pero se requieren muchas generaciones de selección para desarrollar nuevos cultivares de cítricos con cualidades específicas. El largo período de juventud de los cítricos cultivados a partir de semillas y la necesidad de grandes extensiones de tierra para cultivar y evaluar árboles se suman a los desafíos de la mejora convencional.

Se han hecho ensayos para generar cítricos transgénicos que sobreexpresan determinados genes implicados en la resistencia sistémica adquirida o en la producción de compuestos con actividad antimicrobiana (Dutt et al., 2015; Hao et al., 2016), pero en Europa no podrán comercializarse. Hay líneas de investigación sobre la utilización de una versión manipulada del virus de la tristeza para atacar a 'Ca. Liberibacter' spp. (Ledford, 2017), o la tecnología CRISPR-Cas9 para producir cultivares menos susceptibles a estas bacterias o que expresen genes que prevengan la transmisión por el vector (Ledford, 2017; Wang et al., 2017). Pero para obtener resultados en este sentido aún falta mucho tiempo y, además, hay que esperar a que se establezca una legislación al respecto (Ledford, 2017).

### **RETOS PARA EL CONTROL DEL HLB**

El HLB está entre las enfermedades de plantas más complicadas, así que su manejo está también entre los más arduos. Son diversos los factores que hacen que el control del HLB siga siendo un desafío. Las bacterias de 'Ca. Liberibacter' spp. siguen sin poder ser cultivadas, hecho que obstaculiza la investigación en las interacciones bacteria-hospedador y vector-hospedador. La transmisión por insecto vector añade otro elemento de complejidad biológica,

y los factores relacionados con el psílido (comportamiento de vuelo, alimentación, apareamiento, atracción por los colores de la planta y los compuestos volátiles) tienen gran influencia en la epidemiología de la enfermedad. Además, el cítrico es un cultivo perenne que generalmente se trasplanta en campo como patrones injertados, de manera que los árboles tienen típicamente dos genotipos diferentes. Por tanto, hay numerosas interacciones entre el hospedador, la bacteria patógena y el vector, además de las interacciones de cada uno de estos con los otros miembros del nivel trófico y con el ambiente físico (clima, características del suelo y prácticas agronómicas).

Los lugares en que el HLB se ha convertido en endémico constituyen reservorios de la bacteria y del vector. El control de las poblaciones del vector es, por tanto, crítico para el control de la bacteria en campo, pero hay que disminuir la dependencia de insecticidas. La integración de múltiples estrategias, junto con el control de los vectores, puede ser esencial en la optimización de la eficacia y la sostenibilidad del manejo del HLB (Blaustein et al., 2018). Dentro del árbol, la bacteria está restringida al floema, por el cual se mueve de una forma aparentemente errática y no uniforme por todo el árbol, así que los compuestos que se utilicen con efecto antimicrobiano deben entrar en contacto con 'Ca. Liberibacter' spp. penetrando en el floema y llegando a dispersarse ampliamente por todo el tejido vascular. La inyección en tronco, como alternativa a la pulverización foliar, es muy laboriosa para hacerla en campo e incluso presenta limitaciones para el transporte del producto hasta las raíces (Shin et al., 2016), con el problema añadido de la posible fitotoxicidad de los compuestos a emplear. El período de latencia entre la infección y la aparición de síntomas (Stansly et al., 2014), conforme la bacteria va alcanzando altos números poblacionales (más de 10<sup>6</sup> células por gramo de tejido de hoja) (Coletta-Filho et al., 2014; Hu y Wang, 2016), también hace difícil predecir el momento de inicio de la infección, que parece ser el más apropiado para que los tratamientos sean más efectivos (Martinelli et al., 2016). Cuando el HLB es diagnosticado, las poblaciones de 'Ca. Liberibacter' spp. ya están bien establecidas y superan, al menos parcialmente, los tratamientos antimicrobianos. El uso prolongado de estos tratamientos, para potenciar su efectividad, conlleva problemas de coste, de posibles efectos adversos medioambientales y de aparición de resistencias no solo en la población de las bacterias patógenas sino también en la microbiota autóctona (Blaustein et al., 2018).

## CONCLUSIONES

El impacto del HLB en muchas áreas cítricas del mundo y la amenaza de su aparición en otras han ido en aumento. Sin duda, la prevención es el mejor modo de proteger nuestra citricultura de esta enfermedad, ya que los esfuerzos realizados hasta ahora para su control y el de los vectores no han tenido un gran éxito. No obstante, se está avanzando en la comprensión de las interacciones entre las plantas hospedadoras, las bacterias patógenas asociadas

y los insectos vectores, su biología y sus características a nivel molecular, y todo ello redundará en estrategias de manejo de la enfermedad más efectivas. Los resultados que se van obteniendo, incluso los menos favorables, abren nuevos horizontes para el control del HLB. Por ello, es necesario fomentar la investigación para generar nuevo conocimiento y reducir así, en el menor plazo de tiempo posible, las enormes pérdidas económicas que causa esta enfermedad.

## REFERENCIAS

- Aksenov, A.A., Pasamontes, A., Peirano, D.J., Zhao, W., Dandekar, A.M., Fiehn, O., et al. 2014. Detection of Huanglongbing disease using differential mobility spectrometry. *Anal. Chem.* 86(5): 2481–2488.
- Akula, N., Trivedi, P., Han, F.Q., Wang, N. 2012. Identification of small molecule inhibitors against SecA of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by structure based design. *Eur. J. Med. Chem.* 54: 919-924.
- Albrecht, U., Bowman, K.D. 2012a. Tolerance of trifoliolate citrus rootstock hybrids to *Candidatus Liberibacter asiaticus*. *Scientia Horticulturae* 147(Supplement C):71-80.
- Albrecht, U., Bowman, K.D. 2012b. Transcriptional response of susceptible and tolerant citrus to infection with *Candidatus Liberibacter asiaticus*. *Plant Science* 185-186: 118-130.
- Ammar, E.-D., Ramos, J.E., Hall, D.G., Dawson, W.O., Shatters, R.G. Jr. 2016. Acquisition, replication and inoculation of *Candidatus Liberibacter asiaticus* following various acquisition periods on huanglongbing-infected citrus by nymphs and adults of the Asian citrus psyllid. *PLoS ONE* 11(7): e0159594.
- Appel, D.N. 2004. Huanglongbing of citrus; pathway analysis: intentional introduction of *Candidatus Liberibacter africanus* and *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Special Report by the National Agricultural. Biosecurity Center Consortium for the USDA Animal and Plant Health Inspection Service. 35 pp.
- Arredondo Valdés, R., Delgado Ortiz, J.C., Beltrán Beache, M., Anguiano Cabello, J., Cerna Chávez E., et al. 2016. A review of techniques for detecting Huanglongbing (greening) in citrus. *Can. J. Microbiol.* 62(10): 803–11.
- Ayres, A.J., Belasque, J., Bové, J.M. 2015. The experience with huanglongbing management in Brazil. Pp. 55-61 in XII International Citrus Congress—International Society of Citriculture, B. Sabater-Muñoz, P. Moreno, L. Peña, and L. Navarro, eds. Valencia, Spain: ISHS.
- Belasque, J., Bassanezi, R.B., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J., Tachibana, A., Violante, A.R., Tank, A. Jr., Di Giorgi, F., Tersi, F.E.A., Menezes, G.M., Dragone, J., Jank, R.H. Jr., Bové J.M. 2010. Lessons from huanglongbing management in São Paulo State, Brazil. *Journal of Plant Pathology* 92(2): 285-302.

- Bergamin Filho, A., Inoue-Nagata, A.K., Bassanezi, R.B., Belasque, J. Jr., Amorim, L., Macedo, M.A., Barbosa, J.C., Willocquet, L., Savary, S. 2016. The importance of primary inoculum and area-wide disease management to crop health and food security. *Food Security* 8(1): 221-238.
- Blaustein, R.A., Lorca, G.L., Meyer, J.L., Gonzalez, C.F., Teplitski, M. 2017. Defining the core Citrus leaf- and root associated microbiota: factors associated with community structure and implications for managing Huanglongbing (Citrus greening) disease. *Appl. Environ. Microbiol.* 83: e00210-17.
- Blaustein, R.A., Lorca, G.L., Teplitski, M. 2018. Challenges for managing *Candidatus Liberibacter* spp. (Huanglongbing disease pathogen): current control measures and future directions. *Phytopathol.* 108: 424-435.
- Boava, L.P., Cristofani-Yaly, M., Machado, M.A. 2017. Physiologic, anatomic, and gene expression changes in Citrus sunki, Poncirus trifoliata, and their hybrids after “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” infection. *Phytopathology* 107(5): 590-599.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.* 88(1): 7–37. doi:10.4454/jpp.v88i1.828.
- Canales, E., Coll, Y., Hernandez, I., Portieles, M., Rodriguez Garcia, Y. et al. 2016. *Candidatus Liberibacter asiaticus*, causal agent of citrus huanglongbing, is reduced by treatment with brassicosteroids. *PLoS ONE* 11(1): e0146223.
- Capoor, S.P. 1963. Decline of citrus trees in India. *Bulletin, National Institute of Science India* 34(24): 48-64.
- Casteel, C.L., Hansen, A.K., Walling, L.L., Paine, T.D. 2012. Manipulation of plant defense responses by the tomato psyllid *Bactericera cockerelli* and its associated endosymbiont *Candidatus Liberibacter psyllae*. *PLoS One* 7: e35191.
- Chang, Q., Wang, W., Regev-Yochay, G., Lipsitch, M., Hanage, W.P. 2015. Antibiotics in agriculture and the risk to human health: how worried should we be? *Evol. Appl.* 8: 240-247.
- Coletta-Filho, H.D., Daugherty, M.P., Ferreira, C., Lopes, J.R.S. 2014. Temporal progression of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” infection in citrus and acquisition efficiency by *Diaphorina citri*. *Phytopathology* 104(4):416-421.
- Croxtan, S.D., Stansly, P.A. 2014. Metalized polyethylene mulch to repel Asian citrus psyllid, slow spread of huanglongbing and improve growth of new citrus plantings. *Pest Management Science* 70(2): 318-323.
- da Costa Lima, A. 1942. Homopteros. *Insetos do Brazil Vol. 3. Escola Nacional de Agronomia*. Disponible en <http://www.ufrj.br/institutos/ib/ento/tomo03.pdf>. Accessed February 1, 2018.
- do Brasil Cardinali, M.C., Villas Boas, P.R., Milori, D.M.B.P., Ferreira, E.J., Silva, M.F., Machado, M.A., et al. 2012. Infrared spectroscopy: a potential tool in huanglongbing and citrus variegated chlorosis diagnosis. *Talanta* 91: 1–6.

- Doud, M.M., Wang, Y., Hoffman, M.T., Latza, C.L., Luo, W., Armstrong, C.M., Gottwald, T.R., Dai, L., Luo, F., Duan Y. 2017. Solar thermotherapy reduces the titer of *Candidatus Liberibacter asiaticus* and enhances canopy growth by altering gene expression profiles in HLB-affected citrus plants. *Horticulture Research* 4: 17054.
- Duan, Y.P., Zhou, L.J., Hall, D., Li, W.B., Doddapaneni, H., Lin, H., Liu, L., Vahling, C.M., Gabriel, D.W., Williams, K.P., Dickerman, A., Sun, Y., Gottwald, T. 2009. Complete genome sequence of citrus huanglongbing bacterium, “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” obtained through metagenomics. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 22(8): 1011-1020.
- Dutt, M., Barthe, G., Irey, M., Grosser, J. 2015. Transgenic citrus expressing an Arabidopsis NPR1 gene exhibit enhanced resistance against huanglongbing (HLB; citrus greening). *PLoS ONE* 10(9): e0137134.
- Fagen, J.R., Leonard, M.T., McCullough, C.M., Edirisinghe, J.N., Henry, C.S., Davis, M.J., Triplett, E.W. 2014. Comparative genomics of cultured and uncultured strains suggests genes essential for free-living growth of *Liberibacter*. *PLoS ONE* 9(1): e84469.
- Fan, J., Chen, C., Yu, Q., Khalaf, A., Achor, D.S., Brlansky, R.H., Moore, G.A., Li, Z.G., Gmitter, F.G. 2012. Comparative transcriptional and anatomical analyses of tolerant rough lemon and susceptible sweet orange in response to “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” infection. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 25(11): 1396-1407.
- Fan, G.C., Xia, Y.I., Lin, X., Hu, H., Wang, X., Ruan, C., Lu, L., Liu, B. 2016. Evaluation of thermotherapy against huanglongbing (citrus greening) in the greenhouse. *Journal of Integrative Agriculture* 15(1): 111-119.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017a. Citrus fruit. <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/citrus-fruit/en/>.
- FAO. 2017b. Citrus fruit: Fresh and processed. Statistical Bulletin 2016. <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). 2009. Food and agricultural commodities production: countries by commodity: Oranges, 2009. <http://faostat.fao.org/SITE/339/default.aspx>.
- Fletcher, J., Berenbaum, M.R., Gray, S.M., Groves, R.L., Scorza, R., Triplett, L.R., Trumble, J., Yang, B., Ables, C.Y., Briscoe, J. (Committee of National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). 2018. A review of the citrus greening research and development efforts supported by the Citrus Research and Development Foundation: Fighting a Ravaging Disease.
- Folimonova, S.Y., Robertson, C.J., Garnsey, S.M., Gowda, S., Dawson, W.O. 2009. Examination of the responses of different genotypes of citrus to huanglongbing (citrus greening) under different conditions. *Phytopathology* 99: 1346-1354.

- Franklin, A.M., Aga, D.S., Cytryn, E., Durso, L.M., McLain, J.E., Pruden, A., Roberts, M.C., Rothrock, M.J. Jr., Snow, D. W., Watson, J.E., Dungan, R.S. 2016. Antibiotics in agroecosystems: introduction to the special section. *J. Environ. Qual.* 45: 377-393.
- Futch, S., Weingarten, S., Irely, M. 2009. Determining HLB infection levels using multiple survey methods in Florida citrus. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society 2009*. Vol. 122. Florida State Horticultural Society, Florida. pp. 152–157.
- Garcia-Ruiz, F., Sankaran, S., Maja, J.M., Lee, W.S., Rasmussen, J., Ehsani, R. 2013. Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees. *Comput. Electron. Agric.* 91: 106–115.
- Gardner, C.L., Pagliari, F.A., Pan, L., Bojilova, L., Torino, M.I., Lorca, G.L., Gonzalez, C.F.: 2016. Drug repurposing: tolfenamic acid inactivates PrbP, a transcriptional accessory protein in *Liberibacter asiaticus*. *Front. Microbiol.* 7: 1630.
- Gottwald, T.R. 2010. Current epidemiological understanding of citrus huanglongbing. *Annual Review of Phytopathology* 48:119-139.
- Gottwald, T.R., Graham, J.H., Irely, M.S., McCollum, T.G., Wood, B.W. 2012. Inconsequential effect of nutritional treatments on huanglongbing control, fruit quality, bacterial titer and disease progress. *Crop Protection* 36: 73-82.
- Grafton-Cardwell, E.E., Stelinski, L.L., Stansly, P.A. 2013. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. *Annual Review of Entomology* 58: 413-432.
- Halbert, S.E., Manjunath, K.L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist* 87(3): 330-353.
- Hamido, S.A., Morgan, K.T., Ebel, R.C., Kadyampakeni, D.M. 2017. Improved irrigation management of sweet orange with huanglongbing. *HortScience* 52(6): 916-921.
- Hao, G., Stover, E., Gupta, G. 2016. Overexpression of a modified plant thionin enhances disease resistance to citrus canker and huanglongbing (HLB). *Front. Plant Sci.* 7: 1078.
- Hodges, A.W., Rahmani, M., Stevens, T.J., Spreen, T.H. 2014. Economic impacts of the Florida citrus industry in 2012-2013. Final sponsored project to the Florida Department of Citrus. Food and Resource Economics Department, Gainesville, FL. Disponible en [http://www.fred.ifas.ufl.edu/pdf/economic-impact-analysis/Economic\\_Impacts\\_Florida\\_Citrus\\_Industry\\_2012-13.pdf](http://www.fred.ifas.ufl.edu/pdf/economic-impact-analysis/Economic_Impacts_Florida_Citrus_Industry_2012-13.pdf). Accessed June 12, 2017.
- Hodges, A.W., Spreen, T.H. 2012. Economic impacts of citrus greening (HLB) in Florida, 2006/07–2010/11. EDIS Document FE903, a publication of the Food and Resource Economics Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville.

- Hu, J., Wang, N. 2016. Evaluation of the spatiotemporal dynamics of oxytetracycline and its control effect against citrus huanglongbing via trunk injection. *Phytopathology* 106(12): 1495-1503.
- Hu, Y., Zhong, X., Liu, X., Lou, B., Zhou, C., Wang X. 2017. Comparative transcriptome analysis unveils the tolerance mechanisms of *Citrus hystrix* in response to “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” infection. *PLoS ONE* 12(12): e0189229.
- Inoue, H., Ohnishi, J., Ito, T., Tomimura, K., Miyata, S., Iwanami, T., Ashihara, W. 2009. Enhanced proliferation and efficient transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by adult *Diaphorina citri* after acquisition feeding in the nymphal stage. *Annals of Applied Biology* 155(1): 29-36.
- Irey, M., Gottwald, T.R., Stewart, M., Chamberlain, H. 2008. Is it possible to replant young groves in an area with endemic HLB: A hierarchical sampling approach to determine infection? *Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing*, pp. 116-117.
- Jain, M., Fleites, L.A., Gabriel, D.W. 2015. Prophage-encoded peroxidase in “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” is a secreted effector that suppresses plant defenses. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 28(12): 1330-1337.
- Joa, J.H., Weon, H.Y., Hyun, H.N., Jeun, Y.C., Koh, S.W. 2014. Effect of long-term different fertilization on bacterial community structures and diversity in citrus orchard soil of volcanic ash. *J. Microbiol* 52: 995-1001.
- Kadyampakeni, D.M., Morgan, K.T., Nkedi-Kizza, P., Kasozi, G.N. 2015. Nutrient management options for Florida citrus: A review of NPK application and analytical methods. *Journal of Plant Nutrition* 38(4): 568-583.
- Killiny, N., Hijaz, F. 2016. Amino acids implicated in plant defense are higher in *Candidatus Liberibacter asiaticus*-tolerant citrus varieties. *Plant Signaling & Behavior* 11(4):e1171449.
- Killiny, N., Nehela, Y. 2017. Metabolomic response to huanglongbing: Role of carboxylic compounds in *Citrus sinensis* response to “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” and its vector, *Diaphorina citri*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 30(8): 666-678.
- Kim, J.S., Sagaram, U.S., Burns, J.K., Li, J.L., Wang, N. 2009. Response of sweet orange (*Citrus sinensis*) to “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” infection: Microscopy and microarray analyses. *Phytopathology* 99(1): 50-57.
- Koh, E.J., Zhou, L., Williams, D.S., Park, J., Ding, N., Duan, Y.P., Kang, B.H. 2012. Callose deposition in the phloem plasmodesmata and inhibition of phloem transport in citrus leaves infected with “*Candidatus Liberibacter asiaticus*.” *Protoplasma* 249(3): 687-697.



- Kunta, M., da Graça, J.V., Malik, N.S.A., Louzada, E.S., Sétamou, M. 2014. Quantitative distribution of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in the aerial parts of the huanglongbing-infected citrus trees in Texas. *HortScience* 49(1): 65-68.
- Ledford, H. 2017. Engineered virus in line to battle citrus disease. *Nature* 545: 277-278.
- Li, W., Hartung, J.S., Levy, L. 2006. Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus huanglongbing. *J. Microbiol. Methods*, 66(1): 104–115.
- Li, J., Pang, Z., Trivedi, P., Zhou, X., Ying, X., Jia, H., Wang, N. 2017. “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” encodes a functional salicylic acid (SA) hydroxylase that degrades SA to suppress plant defenses. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 30(8): 620-630.
- Li, J., Trivedi, P., Wang, N. 2016. Field evaluation of plant defense inducers for the control of citrus huanglongbing. *Phytopathology* 106(1): 37-46.
- Lin, H., Chen, C., Doddapaneni, H., Duan, Y., Civerolo, E.L., Bai, X., Zhao, X. 2010. A new diagnostic system for ultra-sensitive and specific detection and quantification of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium associated with citrus Huanglongbing. *J. Microbiol. Methods* 81:17–25.
- Liu, Y., Heying, E., Tanamihardjo, S.A. 2012. History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 11: 530-545.
- Lopes, S.A., Martins, E.C., Frare, G.F. 2005. Detection of *Candidatus Liberibacter americanus* in *Murraya paniculata* [in Portuguese]. *Summa Phytopathologica* 31: 48-49.
- Louzada, E.S., Vazquez, O.E., Braswell, W.E., Yanev, G., Devanaboina, M., Kunta, M. 2016. Distribution of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” above and below ground in Texas citrus. *Phytopathology* 106(7): 702-709.
- Mann, R.S., Pelz-Stelinski, K., Hermann, S.L., Tiwari, S., Stelinski, L.L. 2011. Sexual transmission of a plant pathogenic bacterium, *Candidatus Liberibacter asiaticus*, between conspecific insect vectors during mating. *PLoS ONE* 6(12): e29197.
- Martinelli, F., Dandekar, A.M. 2017. Genetic mechanisms of the devious intruder *Candidatus Liberibacter* in Citrus. *Front. Plant Sci.* 8:904. doi: 10.3389/fpls.2017.00904.
- Martinelli, F., Dolan, D., Fileccia, V., Reagan, R.L., Phu, M., Spann, T.M., McCollum, T.G., Dandekar, A.M. 2016. Molecular responses to small regulating molecules against huanglongbing disease. *PLoS One* 11: e0159610.
- Martinelli, F., Reagan, R.L., Uratsu, S.L., Phu, M.L., Albrecht, U., Zhao, W., Davis, C.E., Bowman, K.D., Dandekar, A.M. 2013. Gene regulatory networks elucidating huanglongbing disease mechanisms. *PLoS ONE* 8(9): e74256.
- Mishra, A., Karimi, D., Ehsani, R., Albrigo, L.G. 2011. Evaluation of an active optical sensor for detection of Huanglongbing (HLB) disease. *Biosyst. Eng.* 110: 302–309.

- Monzo, C., Stansly, P.A. 2017. Economic injury leveles for Asian citrus psyllid control in process oranges from mature trees with high incidence of huanglongbing. *PLoS One* 12: e0175333.
- Morgan, K.T., Rouse, R.E., Ebel, R.C. 2016. Foliar applications of essential nutrients on growth and yield of “Valencia” sweet orange infected with huanglongbing. *HortScience* 51(12): 1482-1493.
- Nwugo, C.C., Duan, Y., Lin, H. 2013. Study on citrus response to huanglongbing highlights a down-regulation of defense-related proteins in lemon plants upon ‘Ca. Liberibacter asiaticus’ infection. *PLoS ONE* 8(6):e67442.
- Pagliai, F.A., Gardner, C.L., Bojilova, L., Sarnegrim, A., Tamayo, C., Potts, A.H., Teplitski, M., Folimonova, S.Y., Gonzalez, C.F., Lorca, G.L. 2014. The transcriptional activator LdtR from “Candidatus Liberibacter asiaticus” mediates osmotic stress tolerance. *PLoS Pathogens* 10(4): e1004101.
- Pereira, F.M.V., Milori, D.M.B.P., Pereira-Filho, E.R., Venâncio, A.L., Russo, M.d.S.T., Cardinali, M.C.d.B., et al. 2011. Laser-induced fluorescence imaging method to monitor citrus greening disease. *Comput. Electron. Agric.* 79: 90–93.
- Plotto, A., Baldwin, E., Bai, J., Manthey, J., Raithore, S., Deterre, S., Zhao, W. 2017. Effect of vector control and foliar nutrition on the quality of orange juice affected by huanglongbing: Sensory evaluation. *HortScience* 52(8): 1092-1099.
- Pourreza, A., Lee, W.S., Raveh, E., Ehsani, R., Etxeberria, E. 2014. Citrus Huanglongbing detection using narrow-band imaging and polarized illumination. *Trans. ASABE*, 57(1): 259–272. ISSN 2151-0032.
- Pourreza, A., Lee, W.S., Ehsani, R., Schueller, J.K., Raveh, E. 2015. An optimum method for real-time in-field detection of Huanglongbing disease using a vision sensor. *Comput. Electron. Agric.* 110: 221–232.
- Purcell, D.E., O’Shea, M.G., Johnson, R.A., Kokot, S. 2009. Near-infrared spectroscopy for the prediction of disease ratings for Fiji leaf gall in sugarcane clones. *Appl. Spectrosc.* 63(4): 450–457.
- Qureshi, J.A., Stansly, P.A. 2009. Exclusion techniques reveal significant biotic mortality suffered by Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) populations in Florida citrus. *Biol. Control*, 50: 129–136. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.04.001.
- Rawat, N., Kiran, S.P., Du, D., Gmitter, F.G., Deng, Z. 2015. Comprehensive metaanalysis, co-expression, and miRNA nested network analysis identifies gene candidates in citrus against huanglongbing disease. *BMC Plant Biology* 15: 184.
- Rawat, N., Kumar, B., Albrecht, U., Du, D., Huang, M., Yu, Q., Zhang, Y., Duan, Y. P., Bowman, K.D., Gmitter, F.G., Deng Z. 2017. Genome resequencing and transcriptome profiling reveal structural diversity and expression patterns of constitutive disease resistance genes in huanglongbing-tolerant *Poncirus trifoliata* and its hybrids. *Horticultural Research* 4: 17064.

- Roka, F., Muraro, R., Morris, R.A., Spyke, P., Morgan, K., Schumann, A., Castle, W., Stover E. 2009. Citrus production systems to survive greening: Economic thresholds. *Proceedings of the Florida State Horticulture Society* 122: 122-126.
- Rouse, R.E., Ozores-Hampton, M., Roka, F.M., Roberts, P. 2017. Rehabilitation of huanglongbing-affected citrus trees using severe pruning and enhanced foliar nutritional treatments. *HortScience* 52(7): 972-978.
- Shin, K., Ascunce, M.S., Narouei-Khandan, H.A., Sun, X., Jones, D., Kolawole, O.O., Goss, E.M., van Bruggen, A.H.C. 2016. Effects and side effects of penicillin injection in huanglongbing affected grapefruit trees. *Crop Prot.* 90: 106-116.
- Singerman, A., Lence, S.H., Useche, P. 2017. Is area-wide pest management useful? The case of citrus greening. *Applied Economic Perspectives and Policy* 39(4): 609-634.
- Stansly, P.A., Arevalo, H.A., Qureshi, J.A., Jones, M.M., Hendricks, K., Roberts, P.D., Roka, F.M. 2014. Vector control and foliar nutrition to maintain economic sustainability of bearing citrus in Florida groves affected by huanglongbing. *Pest Management Science* 70(3): 415-426.
- Stockwell, V.O., Duffy, B. 2012. Use of antibiotics in plant agriculture. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 31: 199-210.
- Tansey, J.A., Vanaclocha, P., Monzo, C., Jones, M., Stansly, P.A. 2017. Costs and benefits of insecticide and foliar nutrient applications to huanglongbing-infected citrus trees. *Pest Management Science* 73(5): 904-916.
- Timmer, L.M., Garnsey, S.M., Graham, J.H. 2000. *Compendium of Citrus Diseases*, 2nd Ed. St. Paul, MN: APS Press.
- Tiwari, S., Lewis-Rosenblum, H., Pelz-Stelinski, K., Stelinski, L.L. 2010. Incidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus* infection in abandoned citrus occurring in proximity to commercially managed groves. *Journal of Economic Entomology* 103(6): 1972-1978.
- Trotochaus, J., Ehsani, R. 2016. Commercial-scale thermotherapy for combating citrus greening (huanglongbing). 2016 ASABE Intl. Meeting.
- Wang, Y., Zhou, L., Yu, X., Stover, E., Luo, F., Duan, Y. 2016. Transcriptome profiling of huanglongbing (HLB) tolerant and susceptible citrus plants reveals the role of basal resistance in HLB tolerance. *Frontiers in Plant Science* 7: 933.
- Wang, N., Pierson, E.A., Setubal, J.C., Xu, J., Levy, J.G., Zhang, Y., Li, J., Rangel, L.T., Martins, J. Jr. 2017. The *Candidatus Liberibacter*-host interface: insights into pathogenesis mechanisms and disease control. *Annu. Rev. Phytopathol.* 55: 20.1-20.32.
- Yang, C., Powell, C.A., Duan, Y., Shatters, R.G., Lin, Y., Zhang, M. 2016. Mitigating citrus huanglongbing via effective application of antimicrobial compounds and thermotherapy. *Crop Prot.* 84: 150-158.

- Young, M., Ozcan, A., Myers, M.E., Johnson, E.G., Graham, J.H., Santra, S. 2017. Multimodal generally recognized as safe ZnO/nanocopper composite: a novel antimicrobial material for the management of citrus phytopathogens. *J. Agric. Food Chem.* Doi.org/10.1021/acs.jafc.7b02526.
- Yu, Q., Chen, C., Du, D., Huang, M., Yao, J., Yu, F., Brlansky, R.H., Gmitter, F.G. 2017. Reprogramming of a defense signaling pathway in rough lemon and sweet orange is a critical element of the early response to “*Candidatus Liberibacter asiaticus*.” *Horticultural Research* 4: 17063.
- Zansler, M. 2017. Economic impact of HLB on the Florida citrus industry. Presentation at The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine Webinar on Economic/Sociological Impacts of HLB/HLB Management Strategies, October 18, 2017.
- Zhang, M., Powell, C.A., Guo, Y., Benyon, L., Duan, Y. 2013. Characterization of the microbial community structure in *Candidatus Liberibacter asiaticus*-infected citrus plants treated with antibiotics in the field. *BMC Microbiol.* 13: 112.
- Zhang, M., Powell, C.A., Zhou, L., He, Z.L., Stover, E., Duan, Y. 2011. Chemical compounds effective against the citrus huanglongbing bacterium “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” in planta. *Phytopathology* 101(9): 1097-1103.
- Zhang, Y., Xu, J., Riera, N., Jin, T., Li, J., Wang, N. 2017. Huanglongbing impairs the rhizosphere-to-rhizoplane enrichment process of the citrus root-associated microbiome. *Microbiome* 5(1): 97.
- Zheng, Z., Deng, X., Chen, J. 2014. Draft genome sequence of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” from California. *Genome Announcements* 2(5): e00999-14.



## **SITUACIÓN ACTUAL Y AVANCES EN INVESTIGACIÓN: VECTORES DE ENFERMEDADES EMERGENTES**

**Alberto Fereres Castiel**

*Instituto de Ciencias Agrarias - CSIC - Madrid. ICA-CSIC.  
Calle Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid*

Las enfermedades emergentes en plantas las causan organismos patógenos que : a) han incrementado su incidencia, su distribución geográfica o su rango de huéspedes, b) han cambiado su capacidad patogénica haciéndose mas agresivos, c) han evolucionado recientemente y d) han sido descubiertos o re-descubiertos recientemente (Anderson et al 2004; Power et al 2008).

Algunas enfermedades de plantas han causado una gran alarma social en los últimos años, pero sus daños económicos son bien conocidos desde hace mucho, y en muchos cultivos son factores limitantes de la producción agrícola. En general, las enfermedades causan unas pérdidas medias anuales del 16%, aunque en determinados cultivos como la yuca o el arroz, las pérdidas pueden ser mucho mas elevadas (Oerke, 2006)

Hasta hace pocos años, los virus constituían el grupo mas importante de organismos patógenos, causando un 47% de las enfermedades emergentes en plantas. Los virus animales también causan la mayor parte de las enfermedades en humanos (44%) y en vida salvaje (43%). Sin embargo, las bacterias fitopatógenas causaban hasta hace pocos años solo el 16% de las enfermedades en plantas conocidas, contrastando con la mayor incidencia de estos organismos patógenos en humanos o en vida salvaje, donde producen el doble de enfermedades (30%) (Anderson et al 2004). Sin embargo, en los últimos años, la emergencia de nuevas enfermedades causadas por bacterias fitopatógenas y transmitidas por insectos vectores han causado una gran alarma social. Este es el caso de *Candidatus Liberibacter spp.* o *Xylella fastidiosa*. La causa por la que las enfermedades de origen bacteriano transmitidas por insectos han aumentado en incidencia en los últimos años se desconoce, pero puede tener que ver con el aumento y la globalización del comercio de plantas ornamentales y el cambio climático que puede estar favoreciendo la expansión de estos patógenos y sus vectores a nuevas regiones geográficas.

Sin embargo, las enfermedades emergentes causadas por virus de plantas también son motivo de gran preocupación, principalmente en el sector hortofrutícola, con enfermedades que ocasionan graves daños. En un trabajo reciente, se estima que las enfermedades causadas por virus de plantas producen unas perdidas anuales en agricultura de 30 billones de dólares (Sastry y Zitter, 2014). Entre las enfermedades que ocasionan mayores pérdidas económicas en el mundo están los begomovirus que atacan a la yuca en Africa,

India y Sri Lanka donde producen pérdidas de 25 millones de toneladas al año (Thresh and Cooter, 2005). Otros ejemplos son el virus del enrollado de la papa, PLRV un poliovirus que ocasiona 100 millones de pérdidas anuales en USA y 50 millones en Reino Unido (Wale et al. 2008), el virus de la tristeza de los cítricos, CTV (Harper, 2013) o el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) entre otros muchos. En hortalizas, las epidemias más recientes en el litoral mediterráneo las ha ocasionado el geminivirus conocido como virus de Nueva Delhi o ToLCNDV (Juarez et al 2014). Pero todas estas enfermedades de efectos devastadores tienen un común denominador que determina la severidad y capacidad de expansión: todos se transmiten y dispersan de planta a planta exclusivamente por insectos vectores.

No es casualidad que la gran mayoría de las enfermedades emergentes sean transmitidas por insectos. Los principales grupos de insectos vectores de virus de plantas son los hemipteros y los tisanópteros. Los hemipteros, por ser insectos con aparato bucal picador-chupador, están especialmente adaptados para transmitir virus y otros patógenos de plantas (fitoplasmas y bacterias). Sus estiletes permiten explorar los diferentes tejidos de las plantas de una manera concreta permitiendo a los virus y otros patógenos aprovecharse de dicho comportamiento del insecto para poder moverse de planta a planta. Los virus, por ejemplo, son parásitos obligados que necesitan de la maquinaria celular para poder multiplicarse y por tanto se han adaptado a convivir con sus vectores para poder ser transportados y llegar hasta las células vegetales. Por ejemplo, los luteovirus están restringidos a células del floema, y requieren de los pulgones para que puedan moverse de planta a planta. Lo mismo ocurre con las bacterias restringidas a floema, que solo se pueden transmitir por psílidos vectores. Además, los hemipteros tienen una alta capacidad para explorar nuevos hábitats (alta capacidad de dispersión), un crecimiento poblacional muy elevado y una elevada capacidad para alimentarse de muchas especies de plantas (alta polifagia).

Los insectos vectores, y particularmente los grupos capaces de transmitir virus y otros patógenos de plantas son los principales responsables de que existan nuevos episodios de enfermedades emergentes o re-emergentes que han cobrado gran importancia en los últimos años. Las razones por las que los vectores están directamente implicados en la diseminación de enfermedades emergentes son las siguientes:

1. Un nuevo vector con mayor capacidad de transmisión entra en una nueva región geográfica donde antes no estaba presente. Por ejemplo, el virus de la tristeza de los cítricos, CTV no era una amenaza en Brasil durante muchos años hasta que se introdujo el vector *Toxoptera citricida*, que es capaz de transmitir el virus con mucha mayor eficacia. Ello causó la pérdida de más de 6 millones de naranjos solo en el estado de Sao Paulo (Bar-Joseph et al 1979). Otro buen ejemplo fue la introducción del biotipo Q de *B. tabaci* en el Mediterráneo que desplazó el hábitat natural de la mosca

blanca de los invernaderos, *T. vaporariorum* y fue la causa de la explosión de los begomovirus en dicha región.

2. El desplazamiento de una especie de vector con diferentes hábitos alimenticios que las especies ya existentes puede extender y agravar una enfermedad emergente. Eso fue lo que ocurrió cuando se introdujo la especie *Homoladisca vitripennis*, lo que agravó la enfermedad de Pierce en todo el viñedo de California. *H. vitripennis* se alimenta preferentemente de la viña, incluso de la parte leñosa, haciendo inútil la poda como método de manejo de la enfermedad (Almeida y Purcell, 2003).
3. La entrada de un vector con capacidad para alimentarse de muchas especies de plantas diferentes puede expandir una determinada enfermedad a plantas que antes no eran afectadas. Este es el caso de la introducción en el Mediterráneo del trips *Frankliniella occidentalis* a mitad de la década de 1980, que ocasionó grandes estragos en plantas que antes no eran capaces de infectarse con *Tospovirus* por la especie existente (*Thrips tabaci*) (Goldbach y Peters, 1994).
4. Condiciones meteorológicas excepcionales pueden permitir la llegada de un nuevo vector en una región determinada ocasionando epidemias considerables en determinados momentos. El norte de Estados Unidos sufrió unos daños muy elevados por causa del virus del mosaico enanizante del maíz, MDMV, que fue transportado por pulgones procedentes del sur a más de 1,000 km de distancia (Zeyen et al., 1987).
5. La co-evolución de virus con sus vectores suelen dar lugar a relaciones mutualistas que permiten la propagación mucho más rápida de la enfermedad emergente. Hay virus que producen cambios directos o indirectos en sus vectores que tras modificar su comportamiento o eficacia biológica pueden facilitar la expansión de la enfermedad (Mauck et al 2018).

La situación actual de las enfermedades emergentes tienen un gran impacto tanto económico como social en los países del Mediterráneo, donde las plagas y enfermedades son diferentes a las del norte de Europa. Una de las características propias de las enfermedades transmitidas por insectos es que no se necesitan densidades altas del vector para causar epidemias. Incluso, a veces los vectores transitan sin colonizar el cultivo por lo que pasan inadvertidos para los agricultores. Los virus causan enfermedades emergentes en un gran número de cultivos, siendo bien conocidos los virus transmitidos por pulgones, mosca blanca o trips en España, especialmente en cultivos protegidos. Sin embargo, las enfermedades bacterianas emergentes pueden ser especialmente devastadoras, y actualmente son causa de importante alarma social, como es el caso de *Xylella fastidiosa* y *Candidatus Liberibacter solanacearum* en Europa.



El orden Hemiptera contiene todos los grupos de insectos que transmiten enfermedades de origen bacteriano y que aparecen señalados en negrita en la Figura 1 (Página 146). Existen dos subórdenes claramente diferenciados : 1. Sternorrhyncha, que contiene la superfamilia Psylloidea, comúnmente llamadas psilas que se alimentan del floema y transmiten varias especies de la bacteria *C. Liberabacter* spp. 2. Auchenorrhyncha, que contiene varias familias de insectos comúnmente llamados cigarrillas que se alimentan exclusivamente de xilema, y que son vectores de *Xylella fastidiosa*. La mayor parte de los virus de plantas también los transmiten los hemípteros, aunque son familias diferentes, siendo los pulgones (Aphididae) y las moscas blancas (Aleyrodidae) los grupos mas importantes.

Sin duda, existen enfermedades de origen viral, que son causa de gran preocupación en muchos cultivos, pero en esta ponencia me centraré en analizar la situación actual de los principales insectos vectores de las enfermedades emergentes de origen bacteriano en España.

## **ORDEN HEMIPTERA**

### *Suborden Sternorrhyncha. Superfamilia Psylloidea (PSILAS)*

Curiosamente, las psilas son vectores de patógenos de origen bacteriano pero no son capaces de transmitir ningun virus fitopatógeno (Perilla-Henao y Castel, 2016). Existen al menos tres familias que son vectores de bacterias fitopatógenas entre las 8 familias conocidas de psílidos (Aphalaridae, Carsidaridae, Calophyidae, Homotomidae, Liviidae, Phacopteronidae, Psyllidae and Triozidae) (Burkhardt & Ouvrard, 2012). Las familias Liviidae, Psyllidae y Triozidae contienen todas las especies transmisoras de bacterias fitopatógenas. Existen muchas especies de psilas transmisoras (o portadoras) del grupo de bacterias conocidas como *Candidatus Liberibacter* spp. (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de psílidos vectores (o portadores) de *Candidatus Liberibacter* spp. (modificado a partir de Ouvrard, 2017)

Diaphorina citri Kuwayama, 1908	CITRICOS
Trioza erytreae (Del Guercio, 1918)	
Cacopsylla citrisuga (Yang & Li, 1984)	
Diaphorina communis Mathur, 1975	
Bactericera cockerelli (Šulc, 1909)	SOLANACEAS

Bactericera trigonica Hodkinson, 1981	ZANAHORIA Y OTRAS APIACIAS
Trioza apicalis Foerster, 1848	
Trioza anthrisci Burckhardt, 1986	
Bactericera nigricornis (Foerster, 1848)	ZANAHORIA/POLIFAGA
Arytainilla spartiophila (Foerster, 1848)	CYTISUS SCOPARIUS
Bactericera tremblayi (Wagner, 1961)	PUERRO Y OTRAS LILIACEAS
Cacopsylla ambigua (Foerster, 1848)	SAUCE
Cacopsylla nigrita (Zetterstedt, 1828)	
Cacopsylla pyri (Linné, 1758)	ROSACEAS
Cacopsylla pyricola (Foerster, 1848)	
Cacopsylla pyrisuga (Foerster, 1848)	
Cacopsylla breviantennata (Flor, 1861)	
Cacopsylla affinis (Löw, 1880)	
Cacopsylla melanoneura (Foerster, 1848)	
Cacopsylla peregrina (Foerster, 1848)	

## VECTORES DE CANDIDATUS LIBERIBACTER SOLANACEARUM (CAL SOL)

Esta enfermedad se transmite por psilas cuando se alimentan del floema de las plantas, el modo de transmisión es persistente y circulativa propagativa, pues la bacteria se propaga en el vector. Además existe transmisión transovárica. Las especies que transmiten esta bacteria pertenecen a la familia Triozidae.

*Bactericera cockerelli*, es el vector mas importante de CaLsol, ya que esta especie se alimenta principalmente de solanáceas -patata y tomate entre otras- y esta distribuida ampliamente por el continente americano (Norte y Centroamerica). También fue introducida hace algunos años en Nueva Zelanda. Es el vector de la enfermedad conocida como "zebra chip" en patata, que ocasiona graves pérdidas principalmente por el daño cosmético que produce en el tubérculo de patata a la hora de freirlo. Esta especie es la mas dañina en solanáceas, esta bien adaptada a bajas temperaturas y actualmente no está presente en Europa, pero supone una gran amenaza porque podría dispersar los haplotipos A y B de CaLsol que producen epidemias muy graves en solanáceas.

*Bactericera trigónica* ataca a apiáceas, especialmente a zanahoria y apio. Es el principal vector de CaLsol en el Mediterráneo, incluyendo España (Teresani et al 2017). Esta especie esta distribuida por el centro y sur de Europa y también está presente en el norte de Africa, Israel y otros países de oriente

medio. *B. trigonica* transmite los haplotipos D y E de CaLsol, es una especie bien adaptada a las altas temperaturas y está distribuida ampliamente en todas las regiones españolas donde se cultiva zanahoria. Puede transmitir la bacteria a patata pero con una eficacia muy baja, casi despreciable.

*Bactericera tremblayi* es frecuente en cultivo de puerro, cebolla y otras liliáceas. También está distribuida por el centro y sur de Europa, incluyendo España, llegando a oriente medio. Esta especie produce daños directos importantes en cultivo de puerro en la zona Centro de la Península Ibérica. Es capaz de adquirir la bacteria y ser portadora de CaLsol pero es incapaz de transmitir la bacteria a zanahoria o a puerro. Por tanto, no debe ser considerada vector de CaLsol.

*Bactericera nigricornis* es una especie polífaga que se encuentra ampliamente distribuida por toda Europa, se encuentra asociada a muchos cultivos, incluyendo zanahoria, tomate y patata. Esta especie es frecuente en España en cultivo de zanahoria y recientemente se ha identificado como vector de CaLsol, capaz de transmitir la bacteria de zanahoria a zanahoria. También es posible que transmita la bacteria a patata, dado que es capaz de completar todo su ciclo biológico en dicho cultivo, a diferencia de *B. trigonica* o *B. tremblayi*.

*Trioza apicalis* es una especie presente en el Norte de Europa (Noruega, Suecia y Finlandia) principalmente, y ocasionalmente en Suiza, Dinamarca y Alemania. Es capaz de transmitir el haplotipo C de CaLsol y suele provocar pérdidas importantes de cosecha en zanahoria, también ocasionando daños directos. Pasa el invierno en coníferas y alcanza picos poblacionales en zanahoria en Junio y Julio. Recientemente se ha detectado CaLsol en una especie relacionada, *Trioza anthrisci* en el Reino Unido. Tanto *T. apicalis* como *T. anthrisci* no han sido citadas en España.

### **VECTORES DE CANDIDATUS LIBERIBACTER ASIATICUS, CLAS/AFRICANUS, CLAF/AMERICANUS, CLAM (ENFERMEDAD DE HUANGLONGBING, HLB)**

Esta enfermedad muy grave también conocida como "Greening" afecta a cítricos y se ha extendido por Brasil, Centroamérica y el sur de Estados Unidos (Florida y California). Se trata de una bacteria restringida a floema que se transmite de forma persistente, circulativa y propagativa por dos especies de psilas: *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae*

*Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Familia Liviidae) es el vector mejor conocido de HLB por su alta capacidad para colonizar cítricos y transmitir CLas y CLam (Hall et al., 2013). Es una especie bien extendida por el continente americano (Brasil, Colombia, Venezuela, Centroamérica y el sur de Estados Unidos de América), pero es originaria de Asia, donde ha sido citada en muchos países desde principios del siglo XX produciendo daños en cítricos. Se

encuentra actualmente en 3 continentes: América (Una gran parte de Sudamérica, Centroamérica y Norteamérica), África (Tanzania) y Asia (Arabia, Afganistán, China, Japón, Taiwan, Tailandia, India y Pakistán entre otros). Es una especie muy bien adaptada a Rutáceas llegando a producir altas densidades de población en cítricos. Las ninfas tienen poca movilidad y producen unas excreciones blancas muy características. Los adultos son capaces de volar largas distancias, más de 2 km en un solo vuelo. Ha producido efectos devastadores en cítricos tanto en Brasil como en Florida. Por el momento esta especie no ha sido citada en Europa, aunque supone una grave amenaza para la citricultura europea y en especial para la citricultura española.

*Trioza erythrae* Del Guercio (Familia Triozidae). Esta especie es vector de la variante africana de HLB, *C. Liberibacter africanus*. Es una especie extendida por todo el continente africano pero presente también en Madeira y las Islas Canarias desde hace bastantes años (Cocuzza et al. 2017) (Figura 2). En 2014 se detectó su presencia en Pontevedra y desde entonces se ha ido expandiendo por Galicia y Portugal. Su preferencia por limonero y la producción de unas agallas características en las hojas y brotes jóvenes de cítricos hacen esta especie de psila fácilmente distinguible (Figura 3). Por otro lado, este insecto produce un daño directo importante en cítricos además de ser vector de HLB. Actualmente esta avanzando rápidamente por la costa de Portugal llegando a detectarse al sur de Lisboa. Es una gran amenaza para la citricultura portuguesa y española, dado que la zona de cultivo de cítricos -Algarve- se encuentra a menos de 200 km de los focos de esta plaga detectados recientemente. Por el momento, la bacteria no ha sido detectada en España ni Portugal, aunque el vector sigue avanzando hacia las zonas de citricultura intensiva (Algarve y Huelva).

## **SUBORDEN AUCHENORRYNCHA**

Este suborden contiene todos los vectores conocidos de la bacteria *Xylella fastidiosa*. Mas concretamente, todos los vectores de *X. fastidiosa* están incluidos dentro del grupo Cicadomorpha que incluyen varias familias y subfamilias capaces de transmitir la bacteria. Todos los vectores se caracterizan porque se alimentan del xilema y por tanto tienen una musculatura muy desarrollada en la cabeza para poder succionar la savia que esta en presión negativa durante periodos largos de tiempo.

La bacteria se transmite de forma no-circulativa, pues se asocia a la cutícula de la parte anterior del aparato bucal del insecto (pre-cibario), se pierde tras la muda, pero persiste y se multiplica durante toda la etapa adulta del insecto. Por tanto, la relación bacteria-vector debería clasificarse como no circulativa pero persistente y propagativa.

## **FAMILIA CICADELLIDAE, SUBFAMILIA CICADELLINAE.**

Este es el grupo mejor estudiado de vectores de *X. fastidiosa*, conocidos en inglés como "sharpshooters" porque se esconden tras los tallos y brotes cuando uno se acerca a observarlos. Son los principales vectores de la bacteria en el continente Americano, donde la enfermedad de Pierce es un problema en vid desde hace más de 100 años. Dicha enfermedad la transmite principalmente *Graphocephala atropunctata*, especialmente en viñedos próximos a zonas de regadío o canales (Purcell y Frazier 1985). En el Valle Central de California los vectores no se suelen encontrar alimentándose de viñas, por lo que la transmisión la realizan *Xyphon fulgida* y *Draeculacephala minerva* procedentes de otros cultivos o de vegetación espontánea, que transitan por los viñedos. En el sur de California el vector más importante es *Homoladisca vitripennis*, ya que es una especie muy polífaga, con gran capacidad de dispersión y reproducción, que habita zonas urbanas y plantaciones de cítricos, donde puede reproducirse también durante la época invernal y transmitir la bacteria a viña y otros cultivos.

En América del sur, la principal enfermedad asociada a *X. fastidiosa* ocurre en cítricos (CVC), principalmente en Brasil, donde se conocen al menos 12 especies de insectos vectores capaces de transmitir *X. fastidiosa* subsp. *pauca*, todos del grupo Cicadellinae. La especie *Bucephalagonia xanthophis* es uno de los principales vectores de la CVC en Brasil (Lopes y Krugner 2016). En realidad cualquier especie del grupo Cicadellinae debería considerarse vector de *X. fastidiosa* con una mayor o menor implicación epidemiológica pues todos ellos se alimentan exclusivamente de xilema. Este grupo contiene algunas especies presentes en Europa y España, tales como *Cicadella viridis* o *Graphocephala fennhai*, pero la diversidad de especies de este grupo es mucho mayor en el continente americano.

## **SUPEFAMILIA CERCOPOIDEA.**

Este grupo de insectos se alimentan de xilema y sus ninfas producen unas secreciones espumosas que les protegen de factores adversos (luz UV y enemigos naturales principalmente). De allí viene su nombre común en inglés "spittlebugs". Incluye dos familias, los Cercopidae y Aphrophoridae. Son en general muy polípagos y todos pueden transmitir *X. fastidiosa*.

*Familia Cercopidae*: son unos insectos que generalmente tienen una coloración negra y roja muy llamativa, como es el caso de *Cercopis intermedia* o *Cercopis sanguinolenta*

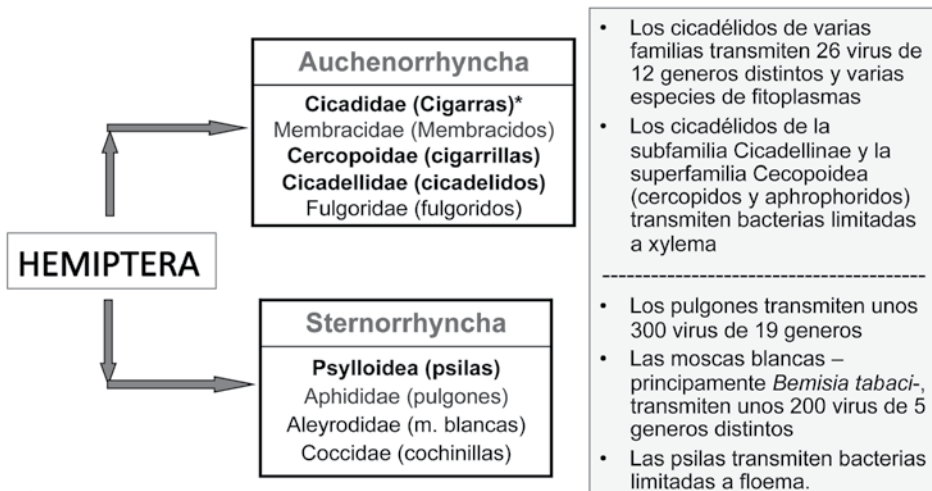
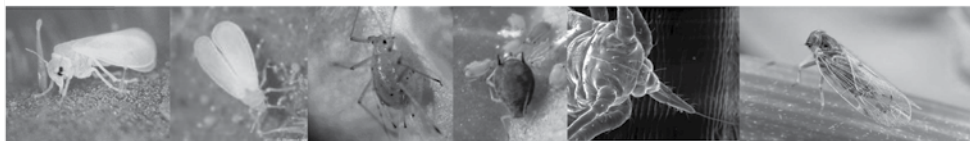
*Familia Aphrophoridae*: este es el grupo más conocido de vectores en Europa, ya que la especie *Philaenus spumarius* (Figura 4) ha sido identificada como la principal responsable de la epidemia ocasionada por el complejo de decaimiento súbito del olivo (CODIRO), enfermedad causada por la subespecie

pauca de *X. fastidiosa* en el sur de Italia (Cornara et al., 2017). Esta enfermedad ha causado unos graves daños en la olivicultura de Italia y ha provocado una gran alarma social desde que se detectara en 2013. *P. spumarius* es una especie muy polífaga con una sola generación al año y cosmopolita que se encuentra muy extendida en Europa y habita principalmente en los márgenes de cultivos donde existe abundante vegetación herbácea. Cuando se seca dicha vegetación se desplaza a especies leñosas donde puede dispersar la bacteria. En España peninsular, *P. spumarius* está bastante extendida, principalmente en la maleza o cubiertas vegetales que crecen bajo los olivares (Morente et al., 2017, 2018a) y también se encuentra en la provincia de Alicante donde *X. fastidiosa* ha producido cuantiosos daños en almendro (Morente et al., 2018b). En Baleares, *P. spumarius* y otros vectores potenciales de *X. fastidiosa* también están presentes (Miranda et al 2017). Otras especies de aphrophoridos, como *Neophilaenus campestris*, *Lepyronia coleoptrata* o *Neophilaenus lineatus* también están presentes en nuestro país. Su implicación en las epidemias de *X. fastidiosa* en Europa aún no es bien conocida, pero algunas de estas especies son capaces de transmitir la bacteria en condiciones experimentales.

## **SUPERFAMILIA CICADOIDEA, FAMILIAS CICADIDAE Y TIBICINAE**

A esta familia pertenece las llamadas cigarras que están muy extendidas en todos los países del Mediterráneo, en olivar pueden ser abundantes y en ocasiones producen daños directos. También se alimentan de xilema pero su capacidad para transmitir *X. fastidiosa* no ha sido aún confirmada, pero con los datos disponibles se puede afirmar que su implicación epidemiológica es limitada. Los adultos tienen una corta longevidad y baja capacidad de dispersión.

PRINCIPALES VECTORES DE ENFERMEDADES EMERGENTES



Distribución de *Trioza erytrae*, el psilido africano vector de HLB



Fuente : CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54914>

Daños directos  
ocasionados  
por *Trioza*  
*erythrae* en  
naranja



*Philaenus spumarius*, vector de *Xylella fastidiosa* en Italia





## **BIBLIOGRAFIA**

- Almeida RPP, Purcell AH. 2003. Transmission of *Xylella fastidiosa* to Grapevines by *Homalodisca coagulata* (Hemiptera: Cicadellidae). *J Econ Entomol* 96: 264-271.
- Anderson PK, Cunningham AA, Patel NG, Morales FJ, Epstein PR, Daszak P. 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agro-technology drivers. *Trends Ecol Evol*, 19: 535-544.
- Bar-Joseph M, Garnsey SM, Gonsalves D. 1979. The closteroviruses: a distinct group of elongated plant viruses. *Adv Virus Res* 25: 93-168.
- Burckhardt D. & Ouvrard D. 2012. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa* 3509: 1-34
- Cocuzza GEM, Alberto U, Hernández-Suárez E, Siverio F, Di Silvestro S, Tena A & Carmelo R. 2017. A review on *Trioza erytreae* (African citrus psyllid), now in mainland Europe, and its potential risk as vector of huanglongbing (HLB) in citrus. *Journal of Pest Science* 90: 1-17.
- Cornara, D., Saponari, M., Zeilinger, A.R., Stradis, A.d., Boscia, D., Loconsole, G., Bosco, D., Martelli, G.P., Almeida, R.P.P., y Porcelli, F. 2017. Spittlebugs as vectors of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in Italy. *Journal of Pest Science* 90: 521-530.
- Goldbach R, Peters D. 1994. Possible causes of the emergence of tospovirus diseases. *Semin Virol* 5: 113-120.
- Hall DG, Richardson ML, Ammar ED & Halbert SE. 2013. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 146: 207-223
- Harper, S. J. 2013. Citrus tristeza virus: evolution of complex and varied genotypic groups. *Front. Microbiol.* 4:93.
- Juárez, M., Tovar, R., Fiallo-Olivé, E., Aranda, M. A., Gosálvez, B., Castillo, P., Navas-Castillo, J. 2014. First detection of Tomato leaf curl New Delhi virus infecting zucchini in Spain. *Plant Disease*, 98(6): 857-857.
- Lopes, J.R.S., y Krugner, R. 2016. Transmission ecology and epidemiology of the citrus variegated chlorosis strain of *Xylella fastidiosa*. Pp. 195-208 en: *Vector-Mediated Transmission of Plant Pathogens*. J.K Brown, ed. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- Mauck, K.E., Chesnais Q & R.Shapiro L. 2018. Evolutionary Determinants of Host and Vector Manipulation by Plant Viruses. *Advances in Virus Research* 101: 189-250.
- Miranda, MA, Marques, A., Beidas, O., Olmo, D., Juan A, Morente, M. A. Fereres. 2017. Vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* (Wells y col., 1987) en Mallorca (Islas Baleares) tras el foco detectado en 2016. *Phytoma España* 291: 34-40

- Morente, M., D. Cornara, S. Sanjuan, M. Plaza, A. Moreno, A. Fereres. 2018b. Vectores de *Xylella fastidiosa* en la comarca de Guadalest (Alicante). *Agricola Vergel* 411: 228-231.
- Morente, M., Moreno, A., Fereres, A. 2017. Vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* en olivares de la península ibérica: prospección, riesgos y estrategias preventivas de control. *Phytoma España* 285: 32-37
- Morente, M.; Cornara, D.; Plaza, M.; Durán, J.M.; Capiscol, C.; Trillo, R.; Ruiz, M.; Ruz, C.; Sanjuan, S.; Pereira, J.A.; Moreno, A.; Fereres, A. 2018a. Distribution and Relative Abundance of Insect Vectors of *Xylella fastidiosa* in Olive Groves of the Iberian Peninsula. *Insects* 9: 175.
- Oerke, E.C. 2006. Crop Losses to Pests. *Journal of Agricultural Science*, 144, 31-43.
- Ouvrard, D. 2017. Psyllid ID Workshop. Science and Advice for Scottish Agriculture (SASA), Edinburgh, Scotland, 23-24 March 2017
- Perilla-Henao LM & Casteel CL. 2016. Vector-borne bacterial plant pathogens: Interactions with hemipteran insects and plants. *Frontiers in Plant Science* 7. doi:10.3389/fpls.2016.01163.
- Power AG, Flecker AS. 2008. The role of vector diversity in disease dynamics. In *Infectious Disease Ecology: Effects of Ecosystems on Disease and of Disease on Ecosystems*. Edited by Ostfeld R, Keesing F, Eviner V. Princeton University Press: 30-47.
- Purcell, A.H., y Frazier, N.W. 1985. Habitats and dispersal of the leafhopper vectors of Pierce's disease in the San Joaquin Valley USA. *Hilgardia* 53:1-32
- Sastry, S. K., and Zitter, T. A. 2014. "Management of virus and viroid diseases of crops in the tropics," in *Plant Virus and Viroid Diseases in the Tropics*, Vol. 2, Epidemiology and Management (Dordrecht: Springer), 149–480.
- Teresani GR, Hernandez E, Bertolini E, Siverio F, Moreno A, Fereres A & Cambra M. 2017. Transmission of *Candidatus Liberibacter solanacearum* by *Bactericera trigonica* Hodkinson to vegetable hosts. *Spanish Journal of Agricultural Research* 15. doi:10.5424/sjar/2017154-10762.
- Thresh, J. M., and Cooter, R. J. 2005. Strategies for controlling cassava mosaic virus disease in Africa. *Plant Pathol.* 54: 587–614.
- Wale, S., Platt, B., and Cattlin, N. D. 2008. *Diseases, Pests and Disorders of Potatoes: A Colour Handbook*. London: Manson Publishing Ltd.
- Zeyen RJ, Stromberg EL, Kuehnast EL. 1987. Long-range aphid transport hypothesis for maize dwarf mosaic virus: history and distribution in Minnesota, USA. *Ann Appl Biol* 111: 325-336.



# PROYECTO INNOSETA: ACERCANDO LA CIENCIA AL CAMPO PARA UNA PROTECCIÓN DE CULTIVOS SEGURA Y SOSTENIBLE

**Emilio Gil Moya**

*Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología  
Universidad Politécnica de Cataluña  
Esteve Terradas, 8 – 08860 – Castelldefels (Barcelona)*

## RESUMEN

INNOSETA (CSA- 773864), Innovative self-sustainable Thematic Network on Spraying Equipment, Training and Advising is a Thematic Network compiling knowledge ready for practice. Se trata de un Proyecto multidisciplinar puesto en marcha por un consorcio que incluye representantes de la universidad y centros de investigación, asociaciones de agricultores, empresas privadas y asesores locales. El proyecto se organiza en torno a siete centros estratégicos de la agricultura europea.

El principal objetivo del proyecto INNOSETA es el desarrollo de una plataforma o red temática que contribuya a acercar la ciencia al sector profesional, poniendo a su alcance de forma fácil todos los desarrollos derivados de la investigación, el desarrollo industrial o los últimos avances en materia de formación relacionados todos ellos con el uso de los productos fitosanitarios. Los beneficios esperados del desarrollo del proyecto están relacionados con un mejor y más seguro uso de los productos fitosanitarios, la reducción de los inputs (agua, tiempo, combustible, ...) lo que redundará en un mejor aprovechamiento de los mismos, una reducción del riesgo de contaminación y una aproximación a lo establecido en la Directiva de Uso Sostenible de Plaguicidas.

## ABSTRACT

INNOSETA (CSA- 773864), Innovative self-sustainable Thematic Network on Spraying Equipment, Training and Advising is a Thematic Network compiling knowledge ready for practice. INNOSETA is based on a "Multi Actor Approach", including in the consortium not only scientists and researchers but also extension services, farmer's organizations and industrial partners. Seven organizations owned/ruled by farmers or directly working for them are partners in the project, which cover a wide range of Innovation Support Services and extension/advisory typologies (public and private companies, governmental departments, farmer organizations). Through these organizations and the direct links of project partners with other regional AKIS actors (cooperatives, unions, agroindustry, etc.) as well as OGs, the relevant stakeholders in the area of SETA in the seven innovation "hubs".

The main objective of INNOSETA is to develop a sustainable thematic network to contribute in closing the gap between the available novel high-end crop protection solutions either commercial or from applicable research results with the everyday European agricultural practices by promoting effective exchange of novel ideas and information between research, industry, extension and the farming community so that existing research and commercial solutions can be widely communicated, while capturing grassroots level needs and innovative ideas from the farming community. Spraying, Equipment, Training and Advising (SETA) refers to the circle of tools that are required to cover the PPP use for crop protection including Spraying Machinery and their components, electronic technologies (software and hardware) applied in sprayers and spray application techniques and Best Management Practices adapted to particular requirements. The benefits of novel SETA are related to more efficient PPP application (reducing agrochemicals use, water contamination, fuel consumption and labor), resulting in economic, agronomic and environmental benefits. Stakeholders and end-users in the value chain have different needs with regards to SETA for agricultural production. Arable farming, orchards, vineyards, open-field vegetables and greenhouses are the agricultural sub-sectors that sprayers are extensively used to maintain acceptable production levels. INNOSETA will address these needs, allowing farmers to optimize crop production.

## **INTRODUCCIÓN**

“La próxima Política Agrícola Comunitaria será más ambiciosa en relación a los objetivos medioambientales, garantizando que los agricultores practiquen una agricultura verde mediante una amplia difusión e implementación de la Agricultura de Precisión”. Con estas palabras Phil Hogan, Comisario de Agricultura de la Unión Europea, incidía hace pocas fechas en la importancia de la formación en el sector agrario, como herramienta para extraer la máxima rentabilidad. La formación, la transferencia del conocimiento y la puesta en marcha de incentivos que atraigan a una población joven al sector son elementos fundamentales. Un reciente estudio publicado por la Comisión Europea constata que “los agricultores son cada vez más viejos y es necesario un cambio generacional. El sector agrario necesita atraer a una nueva generación de agricultores con el conocimiento y la formación necesaria para vivir y trabajar en un contexto novedoso y global”. En este sentido, el Parlamento Europeo ha remarcado la importancia de la educación y la formación de los agricultores, como medida para garantizar su capacidad para trabajar en un mundo globalizado y tecnificado. Un mundo, el agrario, que presenta notables diferencias a lo largo del territorio europeo.



Figura 1. Mapa de Europa con indicación del nivel de formación de los profesionales de la agricultura. El verde intenso indica mayor grado de formación y el verde claro menor nivel formativo. Precision Agriculture and the future of farming in Europe. 2016. STOA IP/G/STOA/FWC-2013-1/Lot 7/SC5. Disponible en: <http://www.ep.europa.eu/stoa/>

La figura 1 muestra grandes diferencias en el nivel formativo de los agricultores entre los diferentes países, lo que dificulta la completa aceptación e implementación de las nuevas tecnologías y nuevos desarrollos. Por ello INNOSETA, el proyecto europeo que acaba de iniciarse, liderado por

la Unidad de Mecanización Agraria de la Universidad Politécnica de Cataluña (<https://uma.deab.upc.edu/es>) es una buena oportunidad para acercar la ciencia y la investigación al sector agrario en un mundo tan particular y controvertido como el de la protección de cultivos.

## INNOSETA - UNA PLATAFORMA PARA EL SECTOR

El nombre del proyecto deriva de los objetivos del mismo: Accelerating INNOvative practices for Spray Equipment, Training and Advising in European agriculture through the mobilization of agricultural knowledge and innovation systems. El principal objetivo de INNOSETA es la puesta en marcha de una red temática innovadora y activa dedicada a las tecnologías de aplicación de fitosanitarios, incluida la formación y el asesoramiento, para contribuir de este modo a llenar el hueco existente entre los nuevos desarrollos y la investigación aplicada que se está llevando a cabo, incluidos los esfuerzos tanto públicos como privados, y la realidad del sector en relación al empleo de nuevas tecnologías y aplicación de buenas prácticas en el ámbito de la protección de cultivos. La plataforma será una herramienta ideal para el fomento del intercambio de ideas, puesta en común de conocimiento y detección de necesidades específicas del sector. Un nexo de unión entre la comunidad científica, los asesores, la industria y el agricultor; una herramienta activa que permitirá detectar las necesidades reales de los agricultores en sus condiciones específicas, y que aportará las soluciones puntuales disponibles adecuadas a sus condicionantes.



verizadores existentes y nuevos pulverizadores inteligentes, muchos de los cuales no llegarán a la mayoría de los usuarios finales a tiempo. Sin embargo, los agricultores europeos necesitan adoptar estas nuevas tecnologías para mantener su posición en el entorno competitivo global en combinación con una mayor protección ambiental.

- La nueva plataforma tiene el potencial de contribuir al objetivo más amplio de satisfacer la creciente demanda de alimentos, piensos y materias primas al tiempo que garantiza la sostenibilidad de la producción primaria, basada en un enfoque más preciso y eficiente de los recursos para la protección de cultivos, especialmente en un escenario de la escasez de mano de obra agrícola y el cambio climático

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO INNOSETA**

El Proyecto se ha estructurado de forma que se pretenden alcanzar cinco objetivos particulares.

*Objetivo 1: Crear un inventario de equipos y tecnologías de pulverización directamente aplicables, materiales de capacitación y herramientas de asesoramiento disponibles a partir de la gran oferta de desarrollos y herramientas generada en los numerosos proyectos de investigación llegados a cabo*

INNOSETA creará un inventario que incluye resultados de investigación y aplicaciones comerciales en las tres subcategorías que abarca SETA, a saber (i) maquinaria de pulverización y sus componentes, (ii) tecnologías electrónicas (software y hardware) aplicadas a equipos de aplicación de fitosanitarios y (iii) buenas prácticas de gestión y desarrollos de capacitación adaptados a cultivos particulares y condiciones específicas. El trabajo se basará en la revisión sistemática de artículos científicos, proyectos de investigación y proyectos europeos y nacionales y soluciones de mercado existentes en las áreas mencionadas. Más específicamente, la maquinaria de pulverización y las tecnologías electrónicas se revisarán por separado abarcando desde soluciones que aún se encuentran en fase experimental / de prueba y que podrían beneficiarse de la retroalimentación de los usuarios, hasta soluciones que se han adoptado en la práctica pero que no están generalizadas. Con respecto a las técnicas de aplicación, la revisión cubrirá todos los aspectos de las mejores prácticas de capacitación / asesoramiento durante la aplicación de PPP por los usuarios finales que se han proporcionado en varios proyectos de investigación y comunidad industrial que actualmente se difunden en diferentes medios de difusión (libros, folletos, sitios web, aplicaciones de teléfonos inteligentes, etc.) Las soluciones SETA se evaluarán sobre la base de criterios tales como el potencial para reducir el uso de PPP, mitigar la deriva de la pulverización, aumentar el rendimiento y / o la calidad, disminuir los costos de producción y reducir Impacto en la salud.



*Objetivo 2: evaluar las necesidades e intereses del usuario final e identificar los factores que influyen en la adopción de los nuevos desarrollos, teniendo en cuenta las especificidades regionales o locales*

INNOSETA evaluará las necesidades e intereses de los usuarios finales e identificará y caracterizará los factores que influyen en el cambio de generación, la adopción y la difusión de SETA por parte de los agricultores. El proyecto también identificará las buenas prácticas en el uso de SETA y explorará y evaluará los procesos en juego y las barreras para su adopción e integración en los diferentes contextos regionales / nacionales. Se hará hincapié en los factores sociales, como las necesidades, creencias y actitudes de los agricultores y otros actores. Los resultados y las metodologías empleadas en proyectos anteriores se utilizarán para respaldar la evaluación de los procesos de innovación específicos de SETA y el papel de los servicios de extensión y asesoría en la adopción y generación de innovaciones.

*Objetivo 3: Generar colaboraciones interactivas de múltiples actores de diferentes procedencias o sectores*

INNOSETA facilitará el desarrollo de procesos de innovación interactivos en las cadenas de valor agrícolas nacionales / regionales, al reunir a agricultores, asesores, investigadores, socios industriales y otros actores en talleres de innovación interactivos. Se implementará un marco conceptual mediante el cual el SETA inventariado se adaptará a los contextos regionales / nacionales para una diseminación efectiva y específica. Las ideas de nivel local se captarán y canalizarán utilizando el mismo enfoque, dando como resultado proyectos concretos basados en la innovación, desarrollados en respuesta a las necesidades prácticas de los usuarios finales, que se pondrán en práctica más rápidamente gracias al empoderamiento de los actores y la comunidad. -propiedad generada durante las colaboraciones. Este proceso se ampliará al nivel de la UE para generar colaboraciones transfronterizas en el área de SETA.

*Objetivo 4: Establecimiento de una herramienta TIC para la evaluación en línea de los equipos de pulverización, capacitación y asesoramiento y el fomento del intercambio de ideas y necesidades de nivel básico*

INNOSETA implementará una herramienta on-line para la comunicación interactiva, la interacción y el intercambio de conocimientos mediante el uso de la plataforma diseñada, la "Plataforma SETA", que desplegará la información y el conocimiento recopilados en SETA en forma de extremo de fácil acceso -un material de usuario según el formato EIP-Service Point. La plataforma SETA será la herramienta para la evaluación en línea del SETA inventariado por las partes interesadas en toda Europa y permitirá el crowdsourcing de ideas de base y las necesidades de investigación. Tras la finalización del proyecto, la plataforma SETA podrá integrarse en el punto de servicio EIP asegurando la accesibilidad a largo plazo del material producido.

*Objetivo 5: establecer un enlace con EIP-AGRI y sus estructuras*

INNOSETA establecerá comunicación directa con la Asociación Europea de Innovación para la Productividad y Sostenibilidad Agrícola (EIP-AGRI) y sus Grupos Operativos (OG) ampliamente desarrollados en toda Europa para maximizar la movilización de los interesados y mejorar el impacto de las actividades y resultados del proyecto para cerrar la división de investigación e innovación en el área de interés de SETA. INNOSETA servirá a muchos OG actuales y futuros, ya que se extiende a todo el sector agrícola y abarca todos los sistemas de producción de cultivos (arables, huertos, viñedos, hortalizas). También se vinculará con OG relacionados con la protección de cultivos y promoverá el hecho de que una pulverización eficiente es la clave para una aplicación PPP exitosa en el campo. INNOSETA también establecerá enlaces con las otras Redes Temáticas EIP-AGRI (TN) en los Estados miembros de la UE. Se desarrollará una gran cantidad de resúmenes de práctica siguiendo el formato EIP-AGRI en un lenguaje fácil de entender por parte de los agricultores.

## **IMPACTOS ESPERADOS TRAS LA PUESTA EN MARCHA DE INNOSETA**

El impacto estratégico esperado tras la puesta en marcha y ejecución del proyecto se basa en los siguientes aspectos clave:

- Su relevancia para las necesidades actuales de mejorar el proceso de protección de cultivos y la gestión de protección de plantas.
- Su oportunidad, ya que SETA representa una parte crucial de la producción de cultivos para mejorar la eficiencia del proceso de aplicación de plaguicidas, generando beneficios técnicos, económicos y ambientales.
- El consorcio creado con representatividad de múltiples actores, que combina expertos en investigación en temas de protección de cultivos, investigadores de sociología rural, servicios de extensión, organizaciones de agricultores en ocho países de la UE, tres asociaciones europeas de agricultores, fabricantes de pulverizadores y compañías de productos fitosanitarios, que permitirán una intensa difusión de los resultados del proyecto
- Su enfoque sistémico e interactivo de la innovación, incluida la dimensión social, que permitirá abordar todos los aspectos relacionados con la generación, introducción y difusión de innovaciones agrícolas para lograr el cambio necesario hacia la investigación impulsada por la innovación en el área de SETA y una mayor aceptación por parte de los usuarios

Se plantean seis grandes grupos de impactos:

- Impacto 1: Desarrollo y difusión de una amplia base de datos de materiales, software, aplicaciones, vídeos, y cualquier tipo de material relacionado con la protección de cultivos y con las tecnologías de aplicación, mediante un sistema simple de clasificación que permita al usuario localizar sus necesidades de forma fácil y ágil.
- Impacto 2: Mejorar el conocimiento y el intercambio entre investigadores y agentes del sector profesional mucho más relacionados con el mundo rural de forma directa.
- Impacto 3: La recopilación y provisión, a través de los principales canales de difusión existentes más utilizados por los profesionales, de un conocimiento orientado a la práctica de fácil acceso en las áreas temáticas, para que el material (incluido el material con fines educativos y de formación) permanezca disponible a largo plazo, más allá del período del proyecto.
- Impacto 4: Mayor aceptación de los usuarios de las soluciones recopiladas y difusión más intensa a los usuarios finales.
- Impacto 5: Mayor flujo de información práctica entre áreas geográficas de Europa afectadas por los temas (teniendo también en cuenta las diferencias entre los territorios).
- Impacto 6: Apoyo a la implementación de la Asociación Europea para la Innovación (EIP) 'Productividad y Sostenibilidad Agrícola'.

## **UN PROYECTO INTERNACIONAL Y MULTIDISCIPLINAR**

Una de las premisas o requisitos de cualquier proyecto europeo es su faceta multi disciplinar. INNOSETA acoge a un total de 15 partners de 8 países de la Unión Europea (figuras 3 y 4), con una representación equilibrada de sectores como la investigación y la universidad, las asociaciones agrarias, el sector productivo y las pequeñas empresas directamente vinculadas al sector. Liderado por el grupo de la Unidad de Mecanización Agraria de la Universidad Politécnica de Cataluña, el proyecto cuenta con la participación de universidades como la Universidad de Turín, la Facultad de Agricultura de Atenas; los centros de investigación de ILVO en Bélgica o el Institut Française de la Viticultura, con sede en Montpellier; y cuenta además con la participación de la más alta representación europea del sector de la maquinaria agrícola (CEMA), del sector de los productos fitosanitarios (ECPA) y del sector de las asociaciones de agricultores (COPA-COGECA); finalmente, cabe destacar la aportación de asociaciones de agricultores a escala local, que aportan sin duda una visión real y práctica de las necesidades del sector. Este tipo de asociaciones están representadas en España por UPA (Unión de Pequeños Agricultores), en Italia por CONFAGRICOLTURA, y en Holanda por ZORT. En definitiva, un gran

consorcio que abarca la práctica totalidad de las agriculturas europeas y que aborda el tema desde diferentes puntos de vista (Figura 5).

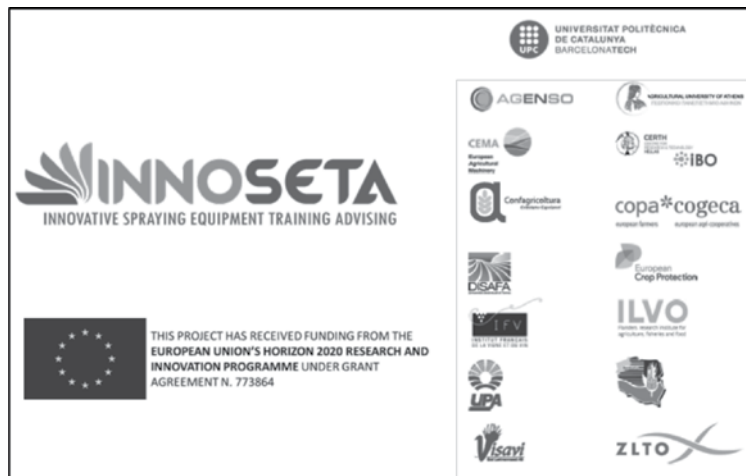


Figura 3. Partners del proyecto

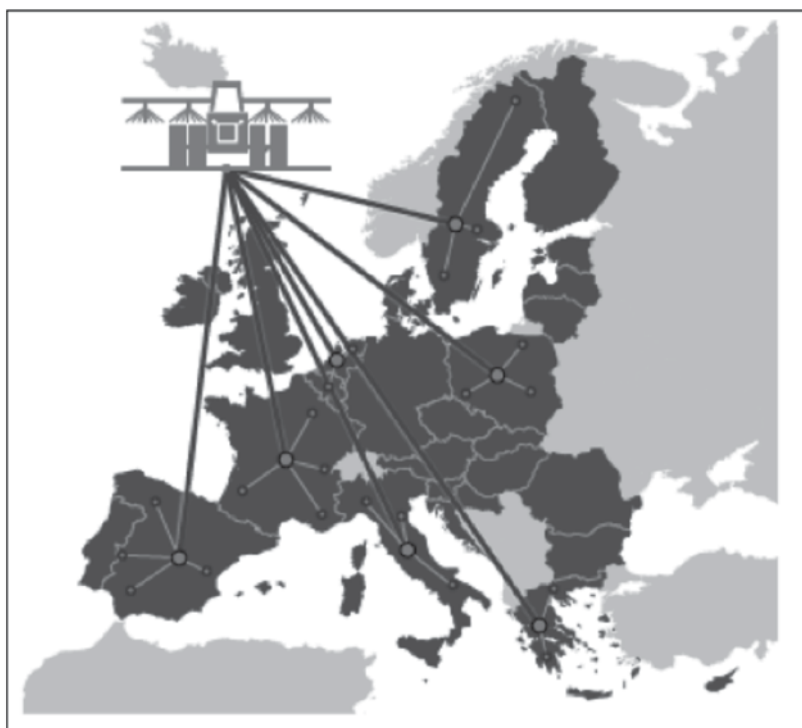


Figura 4. Países y zonas de actuación del proyecto

## **¿A QUIEN VA DIRIGIDO ESTE PROYECTO?**

INNOSETA es un proyecto multidisciplinar en el que están implicados todos los agentes involucrados en la protección de cultivos. Los grupos principales a los que se dirige el proyecto son:

- **Agricultores:** asociaciones y federaciones de agricultores, sindicatos de agricultores, cooperativas de agricultores a nivel regional, nacional y de la UE (COPA-COGECA es un socio del proyecto), cámaras agrarias, etc.
- **Servicios de asesoramiento y extensión agrícola:** asesores públicos y privados, representantes nacionales, regionales y locales de autoridades agrícolas (ministerios, departamentos) relacionados con los Programas de Desarrollo Regional;
- **Redes de investigación e innovación:** EIP-AGRI y otras redes temáticas; redes de investigación e iniciativas sobre aplicación de fitosanitarios, agricultura orgánica, agricultura sostenible, desarrollo de equipos de aplicación, tecnología de la información en la agricultura, iniciativas de Internet de las Cosas; Plataformas tecnológicas europeas pertinentes (aquellas centradas en Bioeconomía, Medio Ambiente y TIC), Agricultura, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático y Agua y otras redes e iniciativas a nivel de la UE.
- **Industria de fabricación de equipos de aplicación de fitosanitarios e industria de productos fitosanitarios:** a través de ECPA (European Crop Protection Association), maquinaria agrícola a través de CEMA (Comité Européen des groupements de constructeurs du Machinisme Agricole, fabricantes de componentes (boquillas, bombas, barras, depósitos, etc.), sensores y soluciones de software para la aplicación eficiente de pulverizadores en el campo;
- **Autoridades y responsables de las políticas locales y regionales:** expertos en cuestiones reglamentarias relacionadas con el uso de equipos de aplicación de fitosanitarios, uso de productos, contaminación ambiental (en el suelo, aguas superficiales y subterráneas, organismos no objetivo, biodiversidad); organismos de normalización y certificación; responsables políticos a nivel europeo y nacional, la DG INVESTIGACIÓN de la UE, la DG AGRI, la DG INDUSTRIA, la DG SANTE, la DG ENV, el SCAR, las autoridades públicas de supervisión del medio ambiente y las organizaciones nacionales e internacionales en agricultura sostenible.

#	Regional/national hub	Cropping System
1	Spain	Orchards, Vineyards, Greenhouses
2	Italy	Orchards, Vineyards, Cereals
3	France	Orchards, Vineyards, Cereals
4	Greece	Orchards, Vineyards, Greenhouses
5	The Netherlands, Belgium	Cereals, Vegetables, Greenhouses
6	Sweeden	Cereals, Vegetables, Orchards
7	Poland	Cereals, Vegetables, Orchards

Figura 5. Países participantes en el proyecto INNOSETA y principales cultivos

Se trata sin duda de un amplio espectro de posibles usuarios de esta nueva red temática cuyo objetivo principal de reducir la brecha entre la investigación y el sector profesional supone un gran reto para todos los involucrados. A lo largo de los próximos tres años iremos comunicando de forma adecuada y con la suficiente antelación las actividades que se organizaran en el marco del proyecto, así como los avances que se vayan produciendo del mismo.

Más información del proyecto está disponible en [www.innoseta.eu](http://www.innoseta.eu) o mediante contacto directo con el coordinador del mismo (Emilio.gil@upc.edu ). Puedes seguir paso a paso las actividades del proyecto suscribiéndote a las redes sociales (Figura 6 y 7).

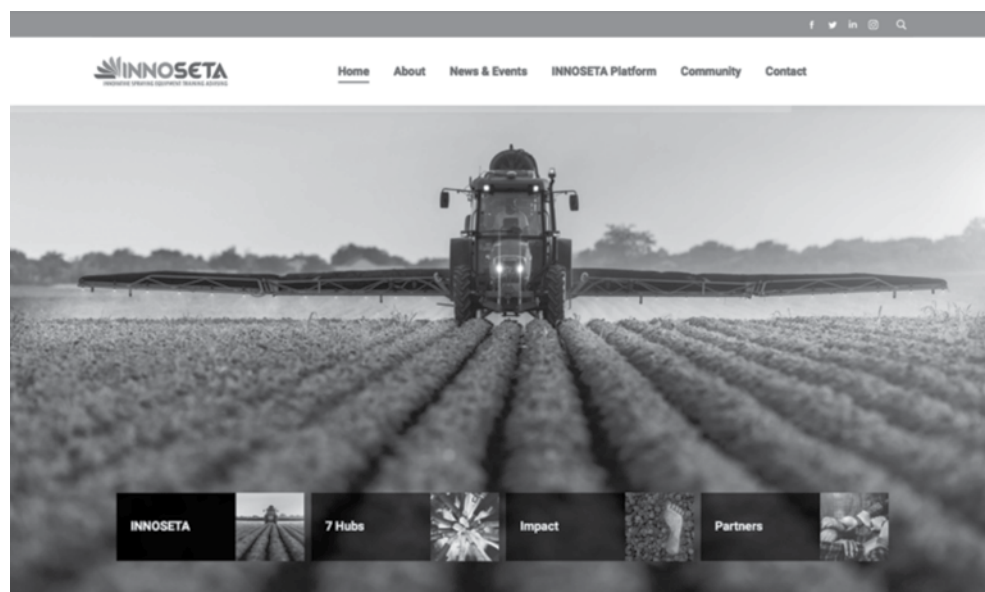


Figura 6. Pagina web del proyecto Innoseta ([www.innoseta.eu](http://www.innoseta.eu) )



Figura 5. INNOSETA en las redes sociales: Facebook: <https://www.facebook.com/innosetaNetwork/>; Twitter: <https://www.twitter.com/innosetaA>; Instagram: [https://www.instagram.com/innoseta\\_thematicnetwork/](https://www.instagram.com/innoseta_thematicnetwork/)

Este proyecto está financiado por el Programa de Investigación e Innovación Horizon2020 de la Unión Europea, bajo el acuerdo N° 773864 – INNOSETA - Accelerating Innovative practices for Spraying Equipment, Training and Advising in European agriculture through the mobilization of Agricultural Knowledge and Innovation Systems.

# LA AGRICULTURA DIGITAL Y LA SANIDAD VEGETAL DEL FUTURO

**Andrés Montero Aparicio**

*Profesor Asociado Universidad Carlos III de Madrid*

## 1.-INTRODUCCIÓN:

La sociedad, y el sector agroalimentario y dentro de este la sanidad vegetal en particular, deben afrontar una serie de retos que las disciplinas tradicionales vinculadas a las ciencias de la vida por sí mismas, no permitirán afrontar de forma exitosa. Se hace necesaria la implicación de otras disciplinas nuevas para hacer avanzar al sector como: robótica y automatización, espacio y TIC's; biotecnología y nanotecnología (eficiencia, uso de recursos y valorización y aprovechamiento de subproductos).

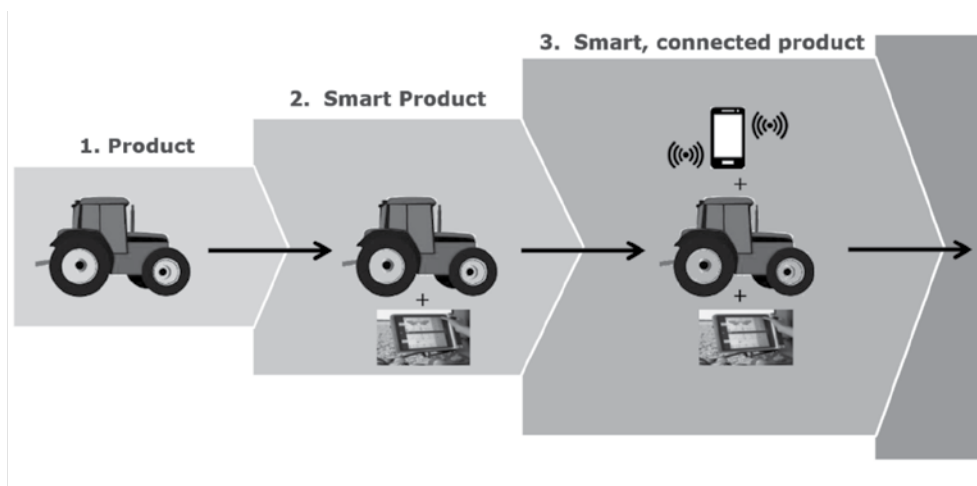
El marco político dentro del cual deben operar los sistemas agroalimentarios sostenibles está influenciado por diferentes políticas: a nivel global, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con 17 objetivos todos relacionados con la gestión sostenible de la agricultura; y a nivel de la UE: la Política Agrícola Común que para el próximo período si tiene algo distintivo es que será más verde y más digital. Y también tenemos otras dos iniciativas a nivel de la UE que afectan la gestión sostenible en la agricultura: la economía circular y el mercado único digital.

En el contexto de la digitalización del sector agroalimentario, se hace necesario aprovechar las ventajas de la conectividad (IoT) y el Big Data, para obtener un mayor beneficio de estas interacciones multidisciplinares entre los distintos actores de la cadena de valor agroalimentario, porque hoy cada vez más, los flujos de datos se consideran tan importantes como los económicos y los de producto.

Si bien la Agricultura de Precisión sólo tiene en cuenta la variabilidad en el campo, la agricultura digital o inteligente va más allá de eso, basando las tareas de gestión no sólo en la localización, sino también en los datos, mejorados por el contexto y la conciencia de la situación, desencadenados por eventos en tiempo real (Wolfert et al. , 2014).

Los dispositivos inteligentes amplían las herramientas convencionales (por ejemplo: pluviómetro, tractor, cuaderno de campo) mediante sensores, inteligencia integrada, capaces de ejecutar acciones autónomas o hacerlo remotamente.





Fuente: Poppe (2015), basado en Porter y Heppelmann (2014)

En este contexto, debemos también considerar la reconfiguración de los roles de los distintos actores que operan en el sector agrario, fundamentalmente los agricultores y asesores agrarios, dado que se considera que las personas siempre estarán involucradas en todo el proceso productivo, sólo que a un nivel más alto, dejando la mayoría de las actividades operacionales a las máquinas <sup>1</sup>.

En este sentido el informe "La reinención digital. Una oportunidad para España" (Mckinsey y Cotec, julio de 2017), destaca que la agricultura en España tiene un potencial técnico de automatización del 57% (cuarto lugar por detrás de la hostelería, la industria manufacturera y el sector de transporte y logística), sobre todo en actividades vinculadas a la práctica física y a la captura y manejo de datos.

El cambio tecnológico y la globalización son los principales motores del cambio estructural en la agricultura. Históricamente, la adopción de muchas nuevas tecnologías ha llevado al aumento de la productividad. Es necesario analizar cómo se reparten los beneficios de la utilización y el desarrollo de estos datos en toda la cadena de valor agroalimentaria.

## **2.-RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA DIGITALIZACIÓN Y EL BIG DATA PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR AGROALIMENTARIO Y LA SANIDAD VEGETAL**

De forma general el sector agroalimentario debe afrontar una serie de retos específicos vinculados a su digitalización:

1 Wolfert et al. Big Data in Smart Farming – A review. Agricultural Systems, (2017)

**a.-Brecha digital, brecha de adopción y brecha estructural:**

La brecha estructural es algo constatable en el sector agroalimentario español y europeo. En este sentido las grandes explotaciones, o las que tienen una orientación a una agricultura más intensiva, son a menudo, las primeras en adoptar tecnología, en parte debido a las economías de escala y a un mejor acceso al capital<sup>2</sup>. A priori, parece claro que las grandes explotaciones modernas (por ejemplo: olivares super-intensivos), pueden obtener más ventajas y facilidad de acceso a estas tecnologías que las estructuras medias o pequeñas (por ejemplo: olivar tradicional). Aunque queda por ver cómo la agricultura de precisión y el Big Data afectarán a la estructura de los sistemas agrarios, la dimensión de las explotaciones y de las empresas y cooperativas es un factor que determina la capacidad de adopción de nuevas tecnologías, con lo cual aún cuando no hay nada demostrado acerca de cómo puede incidir la digitalización en la transformación de las estructuras de producción, sí es cierto que a priori existe una brecha vinculada a las estructuras productivas, brecha que se ve agravada por la brecha digital vinculada a la falta de infraestructuras de acceso a internet de banda ancha en el territorio y a la falta de habilidades digitales de los agricultores (dada la elevada edad media de éstos) y los habitantes del medio rural<sup>3</sup>, que determina de igual forma una brecha de adopción de las tecnologías. Y en este contexto la consideración de la edad media de los agricultores y su formación. En cualquier caso, la digitalización en la agricultura y el medio rural puede convertirse en una ventaja para promover y atraer a los jóvenes, que ya son nativos digitales, a la práctica agrícola.

**b.-Limitación de recursos-Economía Circular:** Los sistemas agroalimentarios y en particular la sanidad vegetal, están muy influidos por el cambio climático, la emergencia y re-emergencia de plagas y enfermedades y la necesidad de lograr mayor eficiencia en el uso de los recursos para producir, cada vez más limitados. Por ello debemos apostar por una mayor productividad y sostenibilidad, reduciendo, re-utilizando y valorizando los residuos y subproductos del sector agroalimentario y para ello son aliados perfectos las nuevas tecnologías como: agricultura inteligente, robótica, automatización, satelización, entre otras. Tecnologías que permiten mejorar rendimientos, realizar un uso eficiente de recursos hídricos y energéticos y de insumos, y aumentar la sostenibilidad económica y medioambiental de toda la cadena.

**c.-Interoperabilidad e intercambio de datos:** la interoperabilidad de los datos se ha constituido como una barrera que puede ralentizar la transformación digital del sector agroalimentario en España y la UE. Resolver este reto será sin duda relevante para permitir la expansión de las tecnologías o soluciones habilitadoras fundamentalmente: Internet de las cosas (IoT), Big data,

---

2 Coble et al 2016. Advancing U.S. Agricultural Competitiveness with Big Data and Agricultural Economic Market Information, Analysis, and Research. C-FARE

3 Rural Review nº24, ERDN 2017

inteligencia artificial y blockchain, y de igual forma promover el intercambio de datos entre los distintos agentes de la cadena.

En este sentido, y dentro de las necesidades específicas de la sanidad vegetal, hay que resaltar la importancia de los datos públicos y de los datos de la investigación como palanca para la digitalización del sector, dado que uno de los límites que actualmente se plantea en la sanidad vegetal, consiste en pasar de modelos autonómicos a modelos de ámbito nacional que garanticen el compartir datos globales y aumenten la eficacia y la eficiencia de las herramientas de vigilancia. La definición de estándares de interoperabilidad de los datos será clave para mejorar los tiempos de respuesta y la disponibilidad de la información. Al mismo tiempo posibilitaría la mejora de los sistemas de vigilancia global ya que cada una de las CCAA tiene sus propias fortalezas que al compartirlas mejorarán al resto. La Red Andaluza de Información Fitosanitaria (RAIF), gestionada por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, es un ejemplo de estos sistemas autonómicos de vigilancia.

*En este sentido, en relación a los sistemas de vigilancia de plagas que no son de cuarentena, la interoperabilidad y la creación de un sistema de intercambio de datos o un reservorio nacional de los mismos, en un lenguaje común, va a permitir extraer toda la potencia de la aplicación de la analítica de datos a nivel nacional, siguiendo el ejemplo de la RAIF. Reservorio de datos donde se pueda reunir toda la información que los asesores agrarios, empresas y agricultores estén recabando.*<sup>4</sup>

**d.-Demandas del consumidor en materia de información y de participación en la oferta de mercado:** Mediante modelos interactivos de relación y de acceso a información en tiempo real, el consumidor puede recibir información ágil de los productos que el mercado le ofrece, en materia de etiquetado, información nutricional, método de producción, origen de los ingredientes o huella de carbono, por ejemplo. La interacción a la inversa, es decir, permitiendo que el consumidor emita información sobre la oferta de productos que encuentra, es a su vez muy útil para adaptar la demanda a las necesidades reales de los mercados. De esta manera, agricultores e industrias participan más activamente en las decisiones de la cadena de valor dando respuestas reales a demandas reales de los ciudadanos. De igual forma es necesario incorporar la ciencia ciudadana a los medios para desarrollar la sanidad vegetal,

---

4 Grupo Focal sobre digitalización y Big data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural: Ideas para una aproximación estratégica a la digitalización del sector. Coord. Montero Aparicio, A. Reto3: Vigilancia, detección precoz de enfermedades fito y zoonositarias, desarrollo de sistemas de alerta en red, tratamiento de plagas y enfermedades. Coord. Fonts Cavestany, A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019.

**e.-Mejorar y acelerar la adopción de innovación por el sector agroalimentario:** Desde febrero de 2012, cuando se publicó la Comunicación por la que se planteaba la Iniciativa de la Asociación Europea de Innovación para una agricultura productiva y sostenible (AEI-Agri), en Europa y en los Estados Miembros, se está apostando por un modelo interactivo de innovación para el sector agroalimentario como medio para mejorar los procesos de innovación y su adopción por los agricultores y empresas agroalimentarias. En este sentido, como se ha identificado por los distintos estudios e informes publicados en Europa y en España existe una gran diversidad y dispersión en la configuración de los sistemas de conocimiento e innovación agroalimentarios <sup>5</sup>. Y aún cuando la puesta en marcha de la AEI-Agri a través de los PDR´s ha resultado exitosa por el número de iniciativas (GO´s) previstas y por el interés despertado en el sector. También es cierto que determinados eslabones de la cadena de innovación agroalimentaria tienen ciertas carencias, y es el caso del sector primario y del asesoramiento agrario.

Por lo tanto, en el sistema de conocimiento e innovación agrario (AKIS en inglés), mejorar las conexiones de los asesores con el resto de los actores del sistema, son de vital importancia para el futuro y para realizar una reorientación de los asesores a las necesarias competencias tecnológicas y para desarrollar un papel facilitador del "intercambio del conocimiento" <sup>6</sup>, también en el ámbito de la sanidad vegetal donde los asesores agrarios desempeñan un papel fundamental. Por lo tanto, debe destacarse el papel de los asesores dentro del AKIS, con el fin de involucrarse más en el desarrollo del sector.

En algunos Estados miembros, los flujos de conocimientos a través de los sistemas de conocimiento e innovación (AKIS), son casi inexistentes y la primera prioridad sigue siendo establecer un modelo lineal de transferencia de conocimientos mediante asesoramiento. Este no es el caso de España, donde tenemos varias tipologías de asesoramiento: desde un sistema predominantemente público y lineal muy próximo a lo que suponía extensión agraria, como sucede en los Cabildos de Tenerife y Gran Canaria, a un sistema con predominio público, aunque también existe asesoramiento privado independiente (cooperativas) como es el sistema de Navarra con la presencia de INTIA, o sistemas donde conviven el asesoramiento público y el privado (independiente) con predominio del privado (mayoría de regiones como Aragón, Cataluña, Castilla la Mancha, Andalucía). De igual forma a nivel micro-AKIS existen ámbitos y sectores donde el asesoramiento procede casi en exclusiva del ámbito privado y casi siempre con intereses comerciales.

---

5 Montero Aparicio, A. 2014. Study on Investment in Agricultural Research: Review for Spain. IMPRESA project

6 Guichaoua, A. et al 2017. SCAR SWG AKIS Policy Brief on the Future of Advisory services

En este contexto los servicios de asesoramiento regionales / nacionales pueden ser demasiado pequeños para lograr aportar todo el conocimiento requerido y el desarrollo de las herramientas de apoyo a la decisión que ayuden en los distintos ámbitos de la gestión técnico económica de las explotaciones, para la mejora de la productividad y la sostenibilidad de las mismas.

En el ámbito particular de la digitalización y la sanidad vegetal podemos encontrarnos con Retos específicos de la digitalización y la sanidad vegetal extraídas de los trabajos del Grupo Focal sobre digitalización y Big data del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en su reto 3-vigilancia, detección precoz de enfermedades fito y zoonositarias, desarrollo de sistemas de alerta en red, tratamiento de plagas y enfermedades:

Los retos que se plantean en este ámbito sólo se podrán abordar con una aproximación multidisciplinar y haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Actualmente existe la posibilidad de hacer uso de nuevas tecnologías que permitan trabajar en esta dirección:

- Datos de crowdsourcing y enfoques de "ciencia ciudadana"
- Extracción de datos y respaldo de recursos de información digital relevantes
- Capacidades de reconocimiento de imágenes para proporcionar un diagnóstico en tiempo real
- Alertas georreferenciadas vinculadas a la aparición y severidad de los brotes
- Actualizaciones interactivas adaptadas a poblaciones con bajos conocimientos digitales.

Además se considera que en relación a la vigilancia en sanidad vegetal existen dos líneas de actuación complementarias, cada una de ellas con su alcance y relevancia <sup>7</sup>:

1. Vigilancia institucional de plagas y enfermedades de declaración obligatoria que exigen la participación directa de la administración con un riguroso sistema de control.
2. Sistemas de monitoreo y avisos de plagas y enfermedades, en muchos casos desarrollados por los servicios de sanidad vegetal de las CCAA y que tienen como objetivo el informar a los agricultores de los mo-

---

<sup>7</sup> Grupo Focal sobre digitalización y Big data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural: Ideas para una aproximación estratégica a la digitalización del sector. Coord. Montero Aparicio, A. Reto3: Vigilancia, detección precoz de enfermedades fito y zoonositarias, desarrollo de sistemas de alerta en red, tratamiento de plagas y enfermedades. Coord. Fonts Cavestany, A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019.

mentos críticos de desarrollo de las plagas para poder intervenir en su control.

En relación a la vigilancia de plagas de cuarentena, reguladas normalmente por normativa comunitaria y que deben ser prospectadas o vigiladas por la administración, se considera que va a jugar un papel muy importante la aplicación de técnicas de big data y modelos predictivos de cara a obtener información más precisa sobre la identificación del riesgo de aparición o probabilidades de desarrollo de las plagas, y por tanto se considera que ahí es donde habría que centrar esfuerzos y recursos de vigilancia.

Por tanto, en el ámbito de las administraciones públicas, se considera necesaria una revolución digital importante encaminada a pasar del "acta en papel" a los sistemas de toma de datos digitales y en la nube que permitan extraer el máximo rendimiento de esa información. Este asunto constituye una clara deficiencia de los sistemas de trabajo en el ámbito de la sanidad vegetal en la administración.

Aunque para que esto sea realidad, será clave encontrar la manera de incentivar la colaboración de los agricultores asegurándole retornos a su participación en el corto plazo y dotar así de mayor sostenibilidad a los proyectos, así como asegurar la confidencialidad de los datos.

El reto fundamental consiste en conseguir que las redes de monitoreo sean lo más amplias posibles tanto geográficamente (todo el territorio español o incluso Europa) como en la participación de actores diversos que colaborativamente aportan sus datos para conseguir un mejor seguimiento de plagas, enfermedades y malas hierbas. Para esto se deben buscar estrategias de colaboración público privada a la hora de crear nuevas infraestructuras de conocimiento o mantener infraestructuras ya existentes. Esta colaboración puede ir en varias direcciones:

- Nuevas redes agrometeorológicas abiertas y colaborativas: pasar del concepto de red meteorológica a redes de caracterización de cultivos buscando colaboración con agricultores/cooperativas/empresas en los cultivos de referencia de cada zona y potenciar compartir datos no solo de enfermedades sino también de gestión del cultivo. A la inversión de la red realizada por el estamento gubernamental el agricultor podría incorporar sensores de humedad, nutrición de suelo y planta y abrir la posibilidad a nuevas formas de compartir información y conocimiento e inversión.
- Redes establecidas: Facilitar que se hagan abiertas facilitando la incorporación de nuevos puntos por parte de agricultores compartiendo datos e inversión.

Se hace necesario por tanto, aumentar las interacciones entre los diferentes actores de la cadena de valor agroalimentaria. Es necesario valorar los flujos

de información y datos provenientes de la práctica agraria. En este contexto hay reforzar las interacciones a lo largo de la cadena, y también entre los diferentes actores en el mismo segmento para crear un sistema más eficiente que retenga todo el valor de los flujos que pueden ocurrir, y para ello es necesario combinar un enfoque de cadena con un enfoque de red. Esto se debe a que las cadenas de valor agroalimentarias son multidimensionales. Por ello y para permitir capturar todas las potencialidades que ofrece la digitalización al sector, todos los eslabones deberán digitalizarse

Y para ello los agricultores necesitarán herramientas comprensibles y fáciles de usar e interpretar para repensar la producción agrícola, especialmente para mejorar la producción.

Las oportunidades para la digitalización se constatan en la integración de los sistemas de datos y el conocimiento para proporcionar información útil a las partes interesadas para permitir una mejor comunicación con los consumidores y la sociedad. En el ámbito de la sanidad vegetal se hace fundamental el co-desarrollo de sistemas de apoyo a la decisión por parte de las empresas tecnológicas, basadas en las necesidades del sector, y utilizables por los servicios de asesoramiento agrario y los agricultores, pero también por los investigadores y las administraciones públicas.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Beltran et al., 2017. La reinención digital: Una oportunidad para España. McKinsey-COTEC.
- Coble et al 2016. Advancing U.S. Agricultural Competitiveness with Big Data and Agricultural Economic Market Information, Analysis, and Research. C-FARE
- Guichaoua, A. et al 2017. SCAR SWG AKIS Policy Brief on the Future of Advisory services.
- Montero Aparicio, A. 2014. Study on Investment in Agricultural Research: Review for Spain. IMPRESA project.
- Montero Aparicio, A. (coord.), 2019. Grupo Focal sobre digitalización y Big data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural: Ideas para una aproximación estratégica a la digitalización del sector. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Fonts Cavestany, A. (coord.), 2019. Reto3: Vigilancia, detección precoz de enfermedades fito y zoonositarias, desarrollo de sistemas de alerta en red, tratamiento de plagas y enfermedades. Grupo Focal sobre digitalización y Big data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural: Ideas para una aproximación estratégica a la digitalización del sector. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Porter, M. y Heppelmann, J. (2014). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. Harvard Business Review

Rural Review nº24, ERDN 2017

Wolfert, S. et al 2017. Big Data in Smart Farming- A review. Agricultural Systems, Volume 153, May 2017, Pp.69-80





# **DAFO SOBRE LA SANIDAD VEGETAL EN ESPAÑA EN EL MARCO DE LOS RETOS DE LA AGRICULTURA**

**Ramon Albajes García**

*Universitat de Lleida, Agrotecnio Center, Lleida*

Este es un resumen de la ponencia que se ha presentado en el 15 Symposium de Sanidad Vegetal en Sevilla en enero de 2019. El contenido de la ponencia ha recogido los principales aspectos de la temática expresada en el título y que fue objeto de un artículo publicado en 2018 en *Phytoma España* 301: 41-48 por Ramon Albajes, Jordi Recasens y Rafael Jiménez Díaz.

Entre las fortalezas de la Sanidad Vegetal en España, se reconoce la importancia de la producción agrícola española, una parte importante de la cual se destina a países muy exigentes en calidad, se constata a nivel mundial el enorme porcentaje del rendimiento que se pierde por plagas, enfermedades y malas hierbas, la trascendencia que ha adquirido en los últimos años la sostenibilidad de la sanidad vegetal de acuerdo con la legislación europea recogida por todos los estados miembros, el crecimiento significativo del número de técnicos y preparación de los mismos que asesoran a pie de finca la toma de decisiones en sanidad vegetal, el aumento de la cantidad y calidad de la investigación científica –aun a pesar de la disminución de sus presupuestos– en ese ámbito como respuesta a la presencia de la sanidad vegetal como área prioritaria en las convocatorias nacionales e internacionales de proyectos de I&D, la actividad significativa de plataformas de cooperación en sanidad vegetal, la potencia del sector empresarial de productos fitosanitarios y creciente en el área de bioplaguicidas.

La presentación identifica siete debilidades. En muchos ambientes se percibe la agricultura como una actividad eminentemente empírica, que no precisa de investigación científica para su progreso y cuya productividad no necesita mejorarse. La mejora en el conocimiento de los agrosistemas está en la base de la mejora de la GIP más que en descubrimientos deslumbrantes. Relacionado con esta afirmación puede decirse que las soluciones exigen de una investigación a escala local, aunque evidentemente el método científico sea universal. La aplicación con éxito de la tecnología GIP deriva en la disminución de la cantidad e incidencia de plagas, enfermedades y malas hierbas y no siempre ello es fácilmente perceptible por al agricultor. La insuficiente oferta de materias relacionadas con la sanidad vegetal en la enseñanza universitaria, junto con la falta de formación continua de calidad académicamente contrastada, constituyen una de las debilidades más notorias de la SV española. La asesoría técnica está a menudo insuficientemente retribuida.

La magnitud de las pérdidas debidas a plagas, enfermedades y malas hierbas en la agricultura mundial, que se sitúan actualmente en una tercera parte del rendimiento potencial, es una de las oportunidades más claras para incidir positivamente en la productividad agrícola. Esa oportunidad no puede desligarse de la necesidad de desarrollar y aplicar métodos GIP que sean compatibles con la salud humana y la del medio ambiente. Una de las formas más evidentes de conseguir tal objetivo es disminuir la dependencia de la GIP en el uso de productos fitosanitarios. Llevar a cabo las acciones previstas en el Plan de Acción Nacional, derivado de la aplicación de la directiva de Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios y del RD Ley que lo traspone a la legislación española, aun en una magnitud excesivamente conservadora, es una oportunidad que las administraciones competentes deberían aprovechar escrupulosamente y dar cuenta de ello. La publicación de las guías fitosanitarias por parte del M<sup>o</sup> de Agricultura es un ejemplo muy positivo de apoyo al asesoramiento técnico y un acicate para la mejora de la GIP. Varios hechos que se dan alrededor de los productos fitosanitarios están empujando en esa dirección; entre esos se cuenta el aumento de sus precios y la creciente desregulación de un elevado número de materias activas. La mejora de los sistemas de formación de técnicos y científicos en el ámbito de la GIP es otra de las oportunidades de la SV española. Formación universitaria y formación profesional deben ser capaces de responder a la demanda creciente en el sistema I&D y en el de asesoramiento técnico al agricultor.

Finalmente, entre las amenazas para la SV española encontramos en primer lugar el creciente número de especies exóticas invasoras de plagas, patógenos y malas hierbas o de problemas que han emergido con importancia creciente como consecuencia de los cambios en la tecnología de producción agrícola y forestal, lo que debería comportar estar bien preparados ante semejantes contingencias, lo cual no siempre ha sido así. En paralelo, varias de las especies nocivas para la sanidad vegetal española se han hecho resistentes a los fitosanitarios, incluso a algunos bioplaguicidas. El cambio climático y la dificultad de aplicar eficazmente los modelos predictivos ya desarrollados constituyen otra amenaza para la fitosanidad a escala mundial. Ello es particularmente negativo por el uso creciente de herramientas automatizadas basadas en sensores situados en el campo. Finalmente, habría que corregir la percepción popular de que cualquier producto fitosanitario es perjudicial en sí mismo, independientemente de su correcto uso y aplicación.



## **PONENCIAS COMERCIALES**



# ISOPYRAZAN, SDHI CON DOBLE PROTECCIÓN

## ADAMA

**José Luis Collar Urquijo**

*Portfolio and Business Development Manager Europe ADAMA  
Agriculture B. V.*

**Jaime Ortiz Dorda**

*Development Manager. Adama Agricultural Solutions Ltd.*

**Manuel Gordillo Moreno**

*Product Manager/Marketing. Adama Agricultural Solutions Ltd*

## RESUMEN:

Isopyrazam es un fungicida de amplio espectro que pertenece a una nueva familia química, los benzipirazoles, incluido en el grupo de las pirazol carboxamidas, que además del anillo pirazol contine un anillo benzonorborno, exclusivo de este ingrediente activo y que es responsable de lo que denominamos "Double Binding" (Doble Unión) que determina las características únicas de Isopyrazam. La familia química de los benzipirazoles es, a su vez, una nueva generación de SDHIs (Inhibidores de la Enzima Succinato Deshidrogenasa),

Aunque se ha observado una actividad curativa limitada en algunos patógenos, siempre se recomienda Isopyrazam en aplicación de pulverización foliar preventiva para un óptimo rendimiento y una buena gestión de la resistencia.

En España y Portugal coexistirán, en un futuro, dos productos a base de Isopyrazam: Reflect® y Embrelia®.

Reflect® es un formulado que contiene 125 g/L de Isopyrazam y está formulado como concentrado emulsionable (EC). Está registrado en España en zanahorias, tomate, pimiento, berenjena y cucurbitáceas para el control de oídios y alternaria. La dosis de uso es de 1 L/ha; es decir, de 125 g/ha de IZM. Se recomiendan 2 aplicaciones. A esta dosis Reflect® es seguro para insectos auxiliares y abejas por lo que se ajusta muy bien a las necesidades de IPM.

Embrelia® es una combinación de 100 g/L de Isopyrazam y 40 g/L de Difeconazol. Se han solicitado a registro usos para el control de moteado en manzana y pera, oídio en frutales de pepita y frutales de hueso, así como también en monilia. Esta mezcla presenta el beneficio del efecto complementario de estos ingredientes activos, que aportan al producto un fuerte efecto preventivo, curativo y antiesporulante en el control de las enfermedades objetivo. Al poseer sus ingredientes activos diferentes modos de acción (FRAC), Embrelia®, es adecuado para una correcta gestión de la resistencia.

## **1. INTRODUCCIÓN:**

Isopyrazam es una sustancia activa desarrollada por Syngenta y aprobada en la Unión Europea según Reglamento 1107/2009 en abril de 2013. Desde 2018, los productos a base de Isopyrazam se distribuyen en la UE y en algunas otras zonas geográficas por Adama Agricultural Solutions a través de sus filiales y empresas asociadas.

Isopyrazam es un fungicida de amplio espectro que pertenece a una nueva generación de SDHIs (Inhibidores de la enzima Succinato Deshidrogenasa) clasificados por el FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) dentro del Grupo 7, una nueva familia química, los Benzipirazoles, dentro del grupo de las pirazol carboxamidas.

El modo de acción de los SDHIs consiste en la inhibición de la enzima SDH (Succinato Deshidrogenasa) que se encuentra en la membrana interna de las mitocondrias de las células fúngicas. La enzima succinato deshidrogenasa juega un papel fundamental en el ciclo del ácido cítrico y en el transporte de electrones en la mitocondria. Esta inhibición bloquea el proceso de conversión de la glucosa a ATP, y por lo tanto las mitocondrias no pueden obtener la energía necesaria para el crecimiento de las células fúngicas.

La familia SDHI incluye ingredientes activos con diferentes estructuras químicas, la mayoría de ellas consideradas carboxamidas penthiopyrad, bixafen o fluxapyroxad.

Como todos los SDHI, Isopyrazam, no tiene actividad contra mildius (oomycetes), pero presenta un excelente comportamiento contra las enfermedades foliares claves en cereales (Septoria, royas, Rhynchosporium, Helminthosporium, Ramularia), frutales (moteado, oídio, Monilia), hortícolas (oídio, roya, alternaria, cercospora), banana (black sigatoka), colza (Sclerotinia) y otros como piricularia, en arroz.

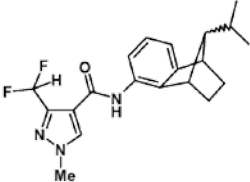
Isopyrazam se adapta bien a programas de tratamientos como ingrediente activo solo o en mezcla con estrobilurinas o con triazoles, con los que no presenta resistencia cruzada.

En España y Portugal coexistirán, en un futuro muy próximo, dos productos a base de Isopyrazam: Reflect® y Embrelia®.

## **2. IDENTIDAD Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ISOPYRAZAM:**

Las propiedades físico-químicas de Isopyrazam, reflejadas en la Tabla 1, determinan el comportamiento de dicha molécula en el interior de los tejidos vegetales. La baja solubilidad en agua de IZM y su alto coeficiente de partición le confieren una gran afinidad por las ceras de la cutícula de las hojas y una alta resistencia al lavado por lluvia.

Tabla 1: Identidad y principales propiedades fisicoquímicas de Isopyrazam

Nombre común (ISO)	Isopyrazam
Nombre químico (IUPAC)	<p><i>Una mezcla de 3-(difluorometil)-1-metil-N-[(1RS,4SR,9RS)-1,2,3,4-tetrahydro-9 isopropyl-1,4-methanonaphthalen-5 yl]pyrazole-4-carboxamide</i></p> <p><b>(syn-isomer – 50:50 mezcla de dos enantiomeros)</b></p> <p>y</p> <p><i>3-(difluorometil)-1-metil-N[(1RS,4SR,9SR)-1,2,3,4-tetrahydro-9isopropyl-1,4-methanonaphthalen-5yl]pyrazole-4-carboxamide</i></p> <p><b>(anti-isomer– 50:50 mezcla de dos enantiomeros)</b></p> <p>En un rango de 78:15% a 100:0% <i>syn</i> to <i>anti</i>.</p>
Número CAS	881685-58-1 ( <i>syn</i> -isomer: 683777-13-1 / <i>anti</i> -isomer: 683777-14-2)
Fórmula molecular	C <sub>20</sub> H <sub>23</sub> F <sub>2</sub> N <sub>3</sub> O
Peso molecular	359,4 g/mol
Fórmula estructural	
Solubilidad en agua	0,55 mg/L a 20°C
Punto de fusión	137°C
Coefficiente de partición	POW= 1,78 x 10 <sup>4</sup> ; Log POW=4,25 a 20°C
Presión de vapor (mPa)	1,3 x 10 <sup>-4</sup> a 20°C
Sensibilidad al pH	No

### 3. MODO DE ACCIÓN DE ISOPYRAZAM:

Isopyrazam es un nuevo fungicida foliar de amplio espectro que pertenece a una nueva familia química, los Benzipirazoles, dentro de la familia química de las Pirazolcarboxamidas que se caracteriza por tener un anillo pirazol, común a las pirazolcarboxamidas y un anillo benzonorborneno, exclusivo de este ingrediente activo y que es responsable de lo que denominamos "Double Binding" (Doble Unión) que determina sus características únicas.

El anillo pirazol presenta una alta afinidad por el target site del hongo (la enzima SDH) y dota a Isopyrazam de una elevada eficacia intrínseca contra



enfermedades fúngicas y un amplio espectro de acción, sin presentar resistencia cruzada con otras familias fungicidas como triazoles o estrobilurinas, mientras que el anillo benzonorborenico es muy lipofílico y se adhiere fuertemente a las ceras de las hojas formando un escudo protector muy duradero contra el patógeno. Desde la cutícula, Isopyrazam se distribuye por la hoja con movimiento translaminar.

Aunque existe cierta evidencia que sugiere que el isopyrazam puede ser trasladado en el sistema vascular de las plantas proporcionando una actividad curativa limitada en algunos patógenos, siempre se recomienda, para un óptimo rendimiento y una buena gestión de la resistencia, en una aplicación de pulverización foliar preventiva. Aplicado de esta forma proporciona una alta eficacia y una duradera protección frente a los patógenos (Eficacia Preventiva Premium).

#### 4. COMPORTAMIENTO DE ISOPYRAZAM EN LA PLANTA:

En el Gráfico 1, podemos observar el comportamiento de varios SDHIs debido a su solubilidad y lipofilidad. Todos muestran una baja solubilidad en agua, pero Isopyrazam tiene la lipofilidad más alta, junto con Penthiopyrad.

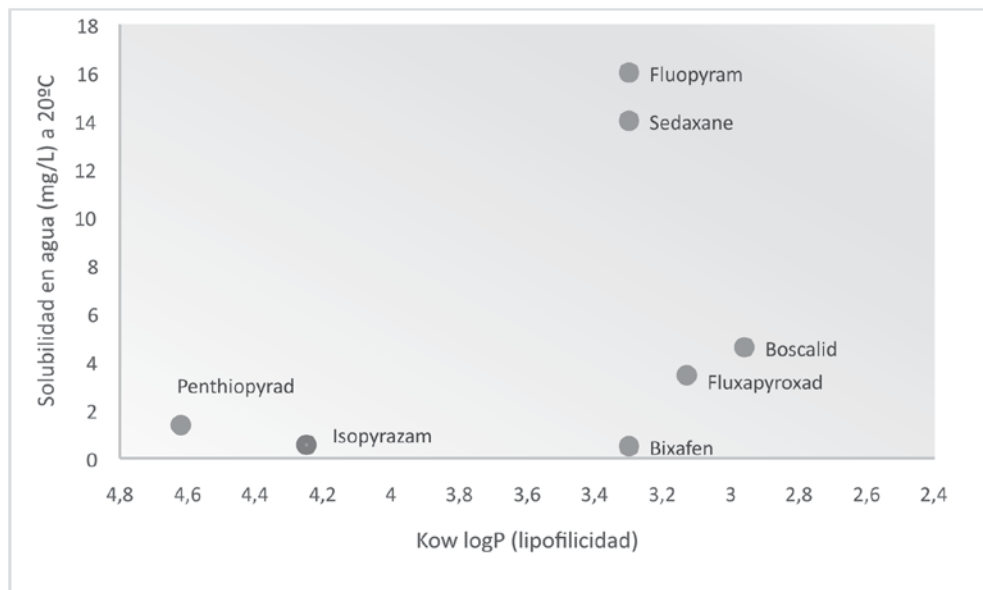


Gráfico 1: Solubilidad y lipofilidad de los principales fungicidas SDHI registrados en España.

Esta alta lipofilidad y baja solubilidad en agua confieren a Isopyrazam la capacidad de acumularse y adherirse fuertemente en la capa de cera de las hojas, lo que se traduce en un comportamiento positivo de resistencia a la

lluvia; de tal forma que, dos horas después de una lluvia de 20 mm., Isopyrazam mantiene la eficacia similar a si no se hubiese producido la lluvia.

Hemos realizado aplicaciones preventivas, para control de oidio sobre hojas de pepino, 1 día antes de la inoculación, y hemos podido comprobar que la germinación del hongo disminuye a medida que aumenta la dosis (Gráfico 2) y cómo, dos días después de la inoculación, la infección progresa en el testigo, con la presencia de 1º, 2º e incluso 3º haustorio, mientras que en las dosis altas la infección no progresa en absoluto (Gráfico 3). Esto significa que Isopyrazam posee una fuerte acción preventiva, que consideramos como una Eficacia Preventiva Premium.

También hemos realizado ensayos en los que aplicamos en condiciones curativas, es decir, 1 día después de la inoculación (Gráfico 4). Y también hemos podemos determinar cómo, después de 48h de la inoculación, el desarrollo de la infección disminuye en función de la dosis de Isopyrazam utilizada. Esto significa, claramente, que con Isopyrazam puede proporcionar cierta flexibilidad en su uso debido a una eficacia curativa temprana. Pero en cualquier caso, siempre recomendaremos realizar aplicaciones preventivas para maximizar la gestión de la resistencia.

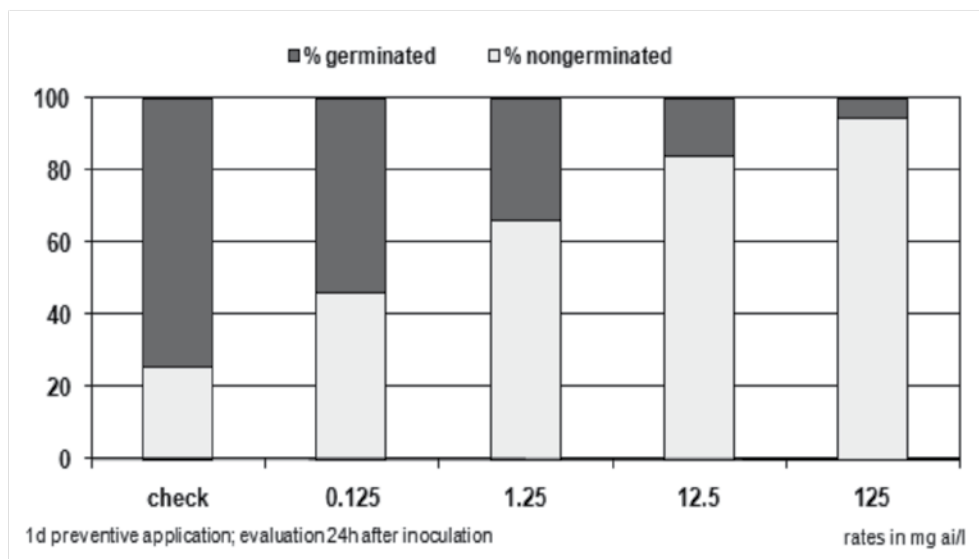


Gráfico 2: Efecto de Isopyrazam sobre la germinación/formación de apresorios de *Sphaerotheca fuliginea* en hojas de pepino (aplicación preventiva 1 día, evaluación 24 horas después de la inoculación)

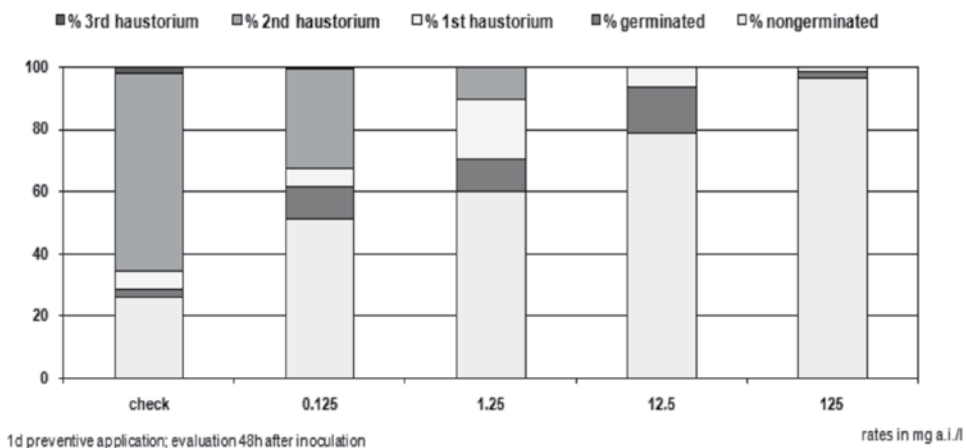


Gráfico 3: Efecto de Isopyrazam sobre la germinación/formación de apresorios de *Sphaerotheca fuliginea* en hojas de pepino (aplicación preventiva 1 día, evaluación 48 horas después de la inoculación)

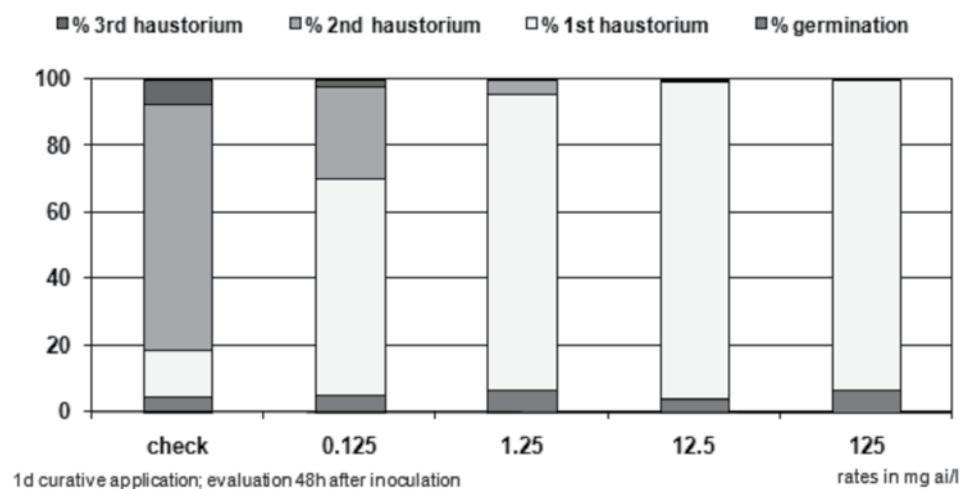


Gráfico 4: Efecto de Isopyrazam sobre el desarrollo del micelio superficial de *Sphaerotheca fuliginea* en hojas de pepino (aplicación curative 1 día, evaluación 48 horas después de la inoculación)

## 5. ESPECTRO DE ACCIÓN DE ISOPYRAZAM:

Isopyrazam presenta un espectro de enfermedades muy interesante contra enfermedades muy relevantes. Como todos los SDHI, no tiene actividad contra mildiús (oomycetes), pero presenta un excelente comportamiento contra las enfermedades más importantes del trigo: septoria y roya y enfermedades de la cebada. También tiene buena eficacia contra moteado de la manzana y diferentes especies de oídios, y en black sigatoga en banana. Proporciona también una actividad interesante contra alternaria, algunos efectos secundarios en botritis y cercospora, y un efecto más débil en oídio de uva y piricularia en arroz.

## 6. PRODUCTOS A BASE DE ISOPYRAZAM:

En los últimos años se han desarrollado varios productos que contienen Isopyrazam. Existen varias mezclas: algunas de ellas con triazoles, como epoxiconazol, ciproconazol o prothioconazol para su uso en el control de enfermedades de cereales, y difenoconazol en frutales de pepita y de hueso. Existe también un formulado con azoxistrobin para colza, y otro con ciprodinil para cebada. Existe, además, un formulado de tres vías con azoxistrobin y ciproconazol, también con uso para control de distintas enfermedades de trigo.

En esta presentación comentaremos brevemente los principales productos desarrollados para el mercado español y portugués: Reflect® (IZM solo) y Embrelia® (en mezcla con difenoconazol).

## 7. REFLECT®:

Reflect® es un producto que contiene 125 g/L de Isopyrazam y está formulado como una Emulsión Concentrada (EC). Se ha registrado en España en marzo de 2018 autorizado para el control de oidio en pimiento\*, berenjena, ambos en invernadero, tomate y cucurbitáceas en invernaderos y al aire libre; y zanahorias al aire libre. Además en los cultivos de tomate y zanahoria, para el control de alternaria. Los plazos de seguridad son de 1 día en tomate, berenjena y cucurbitáceas de piel comestible, 3 días para pimiento, 7 días para cucurbitáceas de piel no comestible y 14 días para zanahoria. La dosis es de 1 L/ha; es decir, de 125 g/ha de IZM en todos los casos. Se recomiendan 2 aplicaciones en todos los cultivos.

### 7.1. Reflect®. Eficacias:

Como ejemplo del comportamiento de Reflect® en el control de oídio, mostramos los resultados de los ensayos realizados en cucurbitáceas en invernadero (Gráfico 5).

Los resultados obtenidos, tras un total de 21 ensayos, se expresan como % de control de la severidad de la enfermedad en hojas superiores, muestran

como Reflect® al 0,1% tienen mejor control que el producto de referencia al 0,05%.

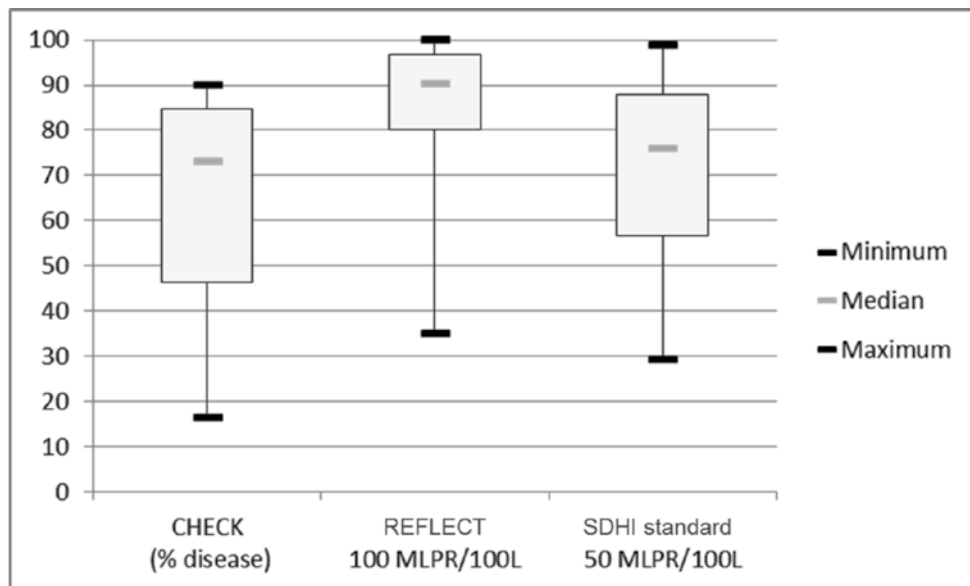


Gráfico 5: Eficacia frente a oídios (*Sphaerotheca/Erysiphe*) en cucurbitáceas en invernaderos (% control de la severidad de la enfermedad en hojas superiores)

### 7.2. Reflect® y la Gestión Integrada de Plagas (GIP):

Isopyrazam es compatible con los Organismos de Control Biológico (OCB) con mayor relevancia en la Gestión Integrada de Plagas. Así la IOBC (International Organization for Biological Control) lo clasifica con grado 1: Inocuo para *Amblyseius swirskii*, *Orius leavigatus*, *Encarsia Formosa*, *Nesidiocoris tenuis*, Bumble bees.

Los altos LMRs en la mayoría de los cultivos autorizados y su buen comportamiento frente a los insectos auxiliares más relevantes convierten a Isopyrazam en una materia activa muy idónea para su uso en los cultivos con altos requerimientos en la cadena alimentaria.

### 8. EMBRELIA®:

Embrelia® es una combinación de 100 g/L de Isopyrazam y 40 g/L de Difenoconazol. El expediente está en evaluación y esperamos autorización en España durante 2019. En Portugal, un año después. Se han solicitado usos para el control del moteado de pera y manzana y el oídio y monilia en frutales de pepita y frutales de hueso, así como también para el control de monilia. La dosis máxima registrada será 1,5 L/ha, representando 150 g/ha de Isopyrazam.

Esta mezcla presenta el beneficio del efecto complementario de ambos ingredientes activos, que presentan una buena actividad en las enfermedades objetivo: moteado, oídio y monilia. Además pertenecen a diferentes grupos de modo de acción por lo que es positivo para la gestión de la resistencia. En Embrelia se combinan el fuerte efecto preventivo de Isopyrazam con la mayor actividad curativa, especialmente anti-esporulante, de Difenconazol. Por otra parte, Isopyrazam tiene un movimiento limitado, básicamente trans-laminar, dentro de la planta, mientras que Difenconazol muestra, también, un movimiento acrópeto.

### 8.1. Embrelia®. Posicionamiento técnico:

Es recomendable utilizar Embrelia® a partir del final de la floración (BBCH 69), cuando existe el mayor riesgo de que se produzcan infecciones de moteado o de oídio.

Recomendamos utilizarlo de forma preventiva; así como no intentar aumentar el efecto curativo con el uso de adyuvantes, ya que esto podría desencadenar una posible falta de selectividad.

En el Gráfico 6 podemos ver el buen desempeño de Embrelia® contra *Venturia inaequalis* en hojas de manzana, como resultado de 8 ensayos de campo en 2016. Con una alta presión de la enfermedad (50-90% de las hojas afectadas), Embrelia® brinda mayor protección que el estándar de ditianona y ligeramente superior a otros productos SDHI autorizados en este cultivo.

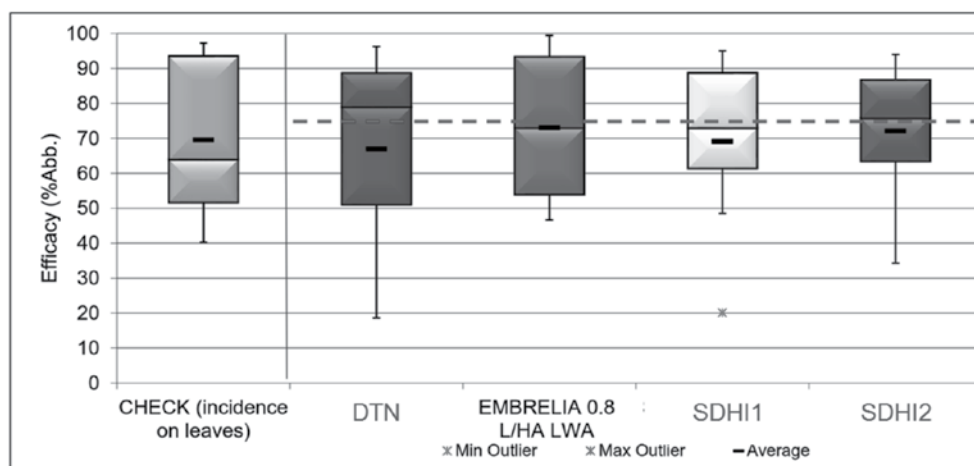


Gráfico 6: Eficacia frente a moteado (*Venturia inaequalis*) en hojas de manzanos. (8 ensayos)

Finalmente, en el Gráfico 7, se muestra el comportamiento de Embrelia® contra el moteado de la pera en frutas de acuerdo con 8 ensayos de campo en 2016. Nuevamente, el control de la enfermedad por parte de Embrelia® es mayor que en otros SDHI y que en ditianona.

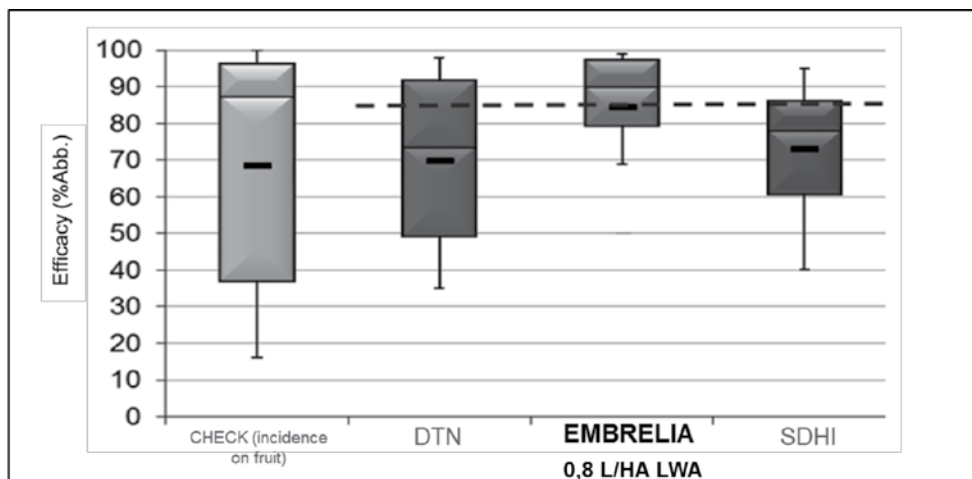


Gráfico 7: Eficacia frente a moteado (*Venturia pirina*) en frutas de peras. (8 ensayos)

## 9. RECOMENDACIONES FRAC:

Por último, indicar que recomendamos siempre seguir las pautas de FRAC con respecto al uso de SDHI para un mejor manejo de la resistencia:

- Los programas fungicidas deben proporcionar un buen control de la enfermedad. Aplique fungicidas SDHI utilizando las dosis e intervalos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Un manejo efectivo de la enfermedad es un elemento crítico para retrasar el desarrollo de poblaciones de patógenos resistentes.
- El número de aplicaciones de fungicidas SDHI dentro de un programa de manejo de la enfermedad debe ser limitado.
- Cuando se empleen mezclas (mezcla en tanque o co-formulados) para el manejo de la Resistencia a los fungicidas SDHI, la sustancia en mezcla debe proporcionar un control satisfactorio de la enfermedad cuando se use en solitario, y debe tener un modo de acción diferente.
- Las mezclas de dos o más fungicidas SDHI pueden emplearse para mejorar la eficacia, pero no suponen una buena estrategia anti-Resistencia y deben ser consideradas como un solo tratamiento. Cada aplicación con una mezcla de esta naturaleza cuenta como una única aplicación de SDHI.
- Los fungicidas SDHI deben emplearse como preventivos o en las fases tempranas del desarrollo de la enfermedad.

## 10. CONCLUSIONES:

- Isopyrazam es un nuevo fungicida de amplio espectro de la clase química SDHI
- Su estructura química específica proporciona una doble unión única tanto a la capa de cera de la hoja como al sitio objetivo del hongo.
- Isopyrazam muestra una resistencia a la lluvia positiva y presenta un control duradero de las enfermedades objetivo.
- Isopyrazam se recomienda en aplicación de pulverización foliar preventiva para optimizar el control y el manejo de la resistencia.
- Isopyrazam es una herramienta imprescindible en programas de tratamientos para un adecuado manejo de la resistencia.
- Se han desarrollado varios productos a base de Isopyrazam, dirigidos a diferentes segmentos de cultivos
- Reflect® y Embrelia® son productos relevantes destinados a controlar enfermedades clave en hortícolas y árboles frutales en el mercado español y portugués.
- Reflect® es idóneo para ser utilizado en el control de oídios y alternarias en los cultivos con altos requerimientos en la cadena alimentaria, gracias a su compatibilidad con los Organismos de Control Biológico (OCB) con mayor relevancia en la Gestión Integrada de Plagas y sus altos LMRs en la mayoría de los cultivos autorizados.
- Embrelia® presenta el beneficio del efecto complementario de Isopyrazam y Difenconazol en el control de moteado, oídio y monilia en frutales de hueso y pepita, combinando el fuerte efecto preventivo de Isopyrazam con la mayor actividad curativa, especialmente anti-esporulante, de Difenconazol.

## BIBLIOGRAFÍA:

- European Food Safety Authority; Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Isopyrazam EFSA Journal 2012;10(3):2600. 110 pp. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2600.
- European Food Safety Authority, 2013. Reasoned opinion on the modification of the existing MRLs for Isopyrazam in various vegetables. EFSA Journal 2013;11(9):3385, 38 pp. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3385.
- European Food Safety Authority, 2015. Reasoned opinions on the modification of the existing MRLs for Isopyrazam in various crops. EFSA Journal 2015;13(1):3994, 25 pp. doi: 10.2903/j.efsa.2015.3994.
- He, Lei-ming, et al. Activity, Translocation, and Persistence of Isopyrazam for Controlling Cucumber Powdery Mildew. *Plant disease*, v. 101, 7 pp. 1139-1144. doi: 10.1094/PDIS-07-16-0981-RE



Song, Yingying, et al. (2016). Baseline Sensitivity of *Botrytis cinerea* to the Succinate Dehydrogenase Inhibitor Isopyrazam and Efficacy of this Fungicide. *Plant Disease*. v. 100 pp. 1314-1320. doi: 10.1094/PDIS-10-15-1220-RE.

<https://www.syngenta.co.uk/product/crop-protection/fungicide/Reflect®>

<https://www.syngenta.co.uk/sites/g/files/zhg151/f/REFLECT®%20Environmental%20Information%20Sheet.pdf?token=1511171806>

<https://www.syngenta.co.uk/sites/g/files/zhg151/f/Reflect®v8.1.pdf?token=1489662266>

<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.detail&language=EN&selectedID=2062>

<http://www.frac.info/working-group/sdhi-fungicides/general-use-recommendations>

[http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac\\_code\\_list\\_2018-final.pdf?sfvrsn=6144b9a\\_2](http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac_code_list_2018-final.pdf?sfvrsn=6144b9a_2)

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports>

[https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-128008\\_01-Jul-03.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-128008_01-Jul-03.pdf)

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Boscalid>

[https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-138009\\_02-May-12.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-138009_02-May-12.pdf)

## ENFERMEDADES EMERGENTES EN OLIVAR

**ARYSTA**

**Trapero, A., Agustí-Brisach, C., Romero, J.,  
Moral, J. y Roca, L.F**

*Grupo de Patología Agroforestal, Departamento de  
Agronomía,  
ETSIAM, Universidad de Córdoba, España.*

Entre los retos fitosanitarios del olivar en la cuenca mediterránea, aparte de la grave situación debida a la Verticilosis, causada por *Verticillium dahliae*, y del riesgo que implica la reciente irrupción en Europa de la bacteria de cuarentena *Xylella fastidiosa*, hay que destacar varias enfermedades que han incrementado marcadamente su gravedad en las últimas décadas y que podemos considerar como emergentes: los chancros y desecación de ramas asociados con diversos hongos entre los que destaca *Neofusicoccum mediterraneum*, la lepra causada por el ascomiceto *Phlyctema vagabunda*, la tuberculosis debida a la bacteria *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* y, en menor medida, la antracnosis causada por varias especies del género *Colletotrichum*, entre las que destacan *C. godetiae* y *C. nymphaeae*. Los factores determinantes de esta emergencia están relacionados principalmente con la intensificación del cultivo, destacando la mecanización de la poda y recolección que ha incrementado los daños producidos en las ramas y hojas, la deficiente protección de las heridas ocasionadas, la amplia difusión de cultivares susceptibles a estas enfermedades y su expansión a zonas más favorables, y la variabilidad en las poblaciones de los patógenos. El control de estas enfermedades emergentes requiere de nuevas estrategias que incluyan una adecuada protección de las heridas, el desarrollo de productos biológicos o químicos más eficaces, la utilización de variedades de olivo más tolerantes, y estudios epidemiológicos que profundicen en el conocimiento del ciclo biológico y de los factores que determinan las epidemias de estos patógenos.





# Clearfield® Plus

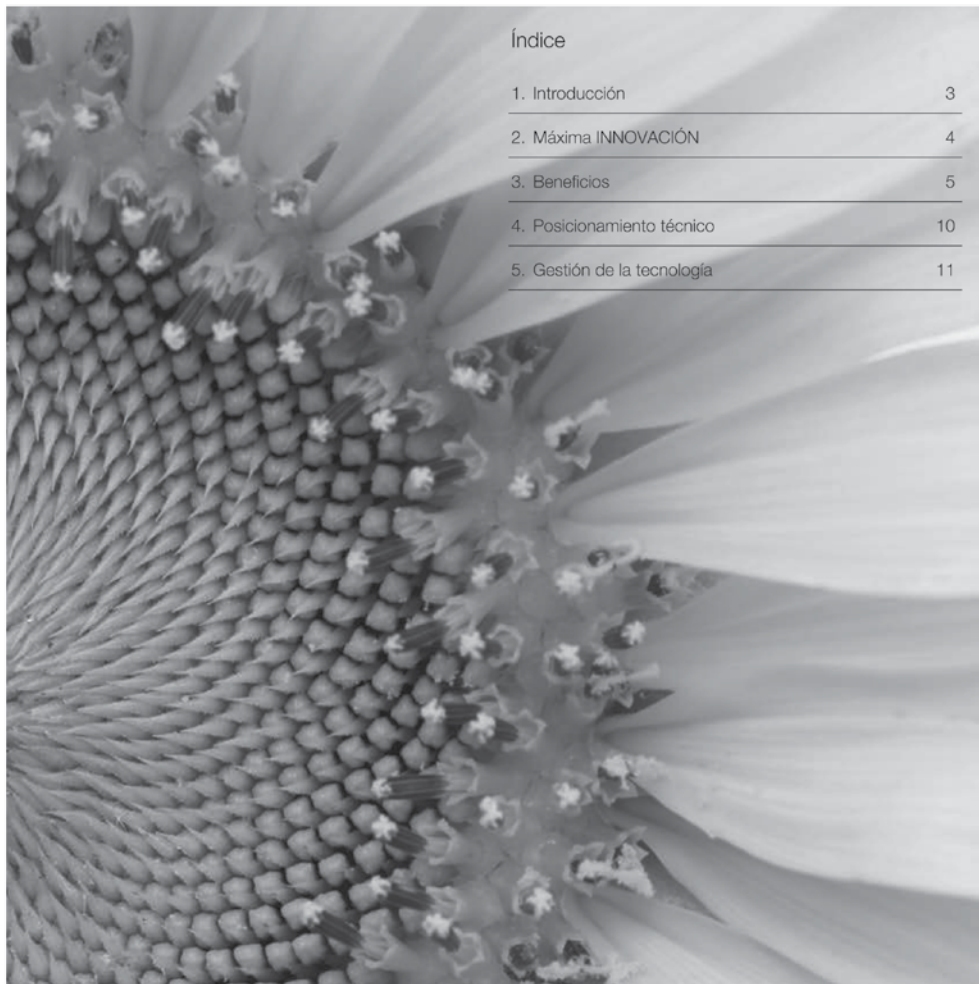
Siempre buscando  
el máximo



**Sistema de producción Clearfield® Plus,  
un paso más hacia la excelencia  
en el cultivo de girasol:**

- INNOVACIÓN. Eficacia mejorada
- ADAPTACIÓN a las necesidades de cada finca
- MEJOR GENÉTICA de los híbridos Clearfield® Plus

**BASF**  
We create chemistry



Índice

1. Introducción	3
2. Máxima INNOVACIÓN	4
3. Beneficios	5
4. Posicionamiento técnico	10
5. Gestión de la tecnología	11



### Clearfield® y Clearfield® Plus Cronología

1996

Descubrimiento de los rasgos de **Clearfield®** (ImiSun) (EE. UU.)

1998

Lanzamiento de la marca **Clearfield®**

2000

Inicio del proyecto de descubrimiento de los rasgos de **Clearfield® Plus**

## 1. Introducción

El sistema de producción **Clearfield®** combina **semillas de alto rendimiento** con **herbicidas de amplio espectro** adaptados a las condiciones regionales, lo que ofrece un **control eficiente y duradero** de las malas hierbas, **calidad** en las cosechas y **aceptación** en el mercado mundial.

En 2003, en colaboración con importantes productores de semillas asociados a nivel mundial y regional, BASF introdujo el girasol en la familia creciente de cultivos **Clearfield®** que incluyen colza, maíz, arroz y trigo. En pocos años, el sistema de producción **Clearfield®** se ha convertido en un componente esencial en el cultivo del girasol.

El rasgo original de **Clearfield®** en el girasol, ImiSun, se basa en una mutación natural de la acetohidroxiácido sintasa (AHAS); descubierta en 1996 en un girasol silvestre que crecía en un campo de soja de Estados Unidos.

En el año 2000, se inició un programa de investigación y desarrollo en colaboración con Nidera Semillas S.A. para crear un sistema de cultivo monogénico y ofrecer girasoles con mayor tolerancia al herbicida, mayor contenido en aceite y mayor producción; más allá de mejorar el control de malas hierbas.

En 2006 BASF confirmó el rasgo mejorado, que se desarrolló a través de técnicas de cultivo tradicionales y dio lugar a una línea de girasol cultivada de élite, **Clearfield® Plus**. Al igual que los girasoles **Clearfield®** originales, los girasoles **Clearfield® Plus** se clasifican como no transgénicos.

El sistema de producción de girasol **Clearfield® Plus** se lanzó en Argentina en 2010 y a partir de 2012, empezó a estar disponible en América del Norte y del Sur, Rusia, Ucrania, Sudáfrica, Europa del Este y Europa Occidental.

La tecnología **Clearfield® Plus** se sigue desarrollando en asociación con las principales empresas de semilla en el mundo.

El sistema de producción **Clearfield® Plus** para girasol ofrece múltiples ventajas tanto a los obtentores y productores de semilla como a los agricultores que cultivan girasol.



2003

Lanzamiento del girasol **Clearfield®** en Europa

2004

Anuncio del descubrimiento de los rasgos de **Clearfield® Plus**

2010

Lanzamiento de **Clearfield® Plus** en Argentina

2013

Prelanzamiento de **Clearfield® Plus** en Europa

2019

Lanzamiento de **Clearfield® Plus** en España



## 2. Máxima INNOVACIÓN

La innovación con **Clearfield® Plus** forma parte del "Plus de experiencia". BASF comprende las necesidades de los agricultores en términos de cuáles son los desafíos del cultivo del girasol. Tras más de 5 años y el trabajo realizado por especialistas en formulación, biología y certificación, BASF introduce de forma exclusiva el herbicida **Clearfield® Plus** en el mercado del girasol. **Clearfield® Plus** es el resultado del compromiso mostrado por BASF para apoyar a los agricultores en la producción del girasol.

El herbicida **Clearfield® Plus** brinda distintos beneficios que optimizan el control de malezas gramíneas y de hoja ancha, gracias a las características favorables de esta formulación.

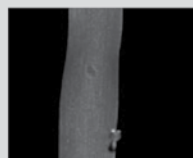
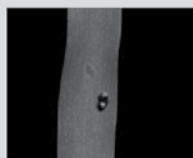
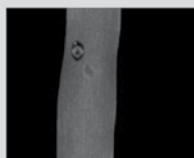
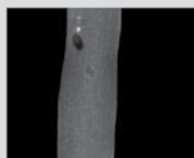
### Innovación con Clearfield® Plus

Nueva formulación: **mayor adherencia y cobertura** sobre las malas hierbas



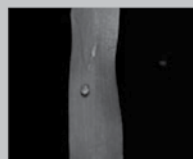
Secuencia de imágenes que muestra la aplicación sobre las malas hierbas predominantes (*Setaria viridis*)

ADHERENCIA



#### Formulación estándar de Pulsar® 40 aplicada a *Setaria viridis*

Tras la aplicación, las gotas se desprenden de la hoja sin alcanzar su objetivo



#### Pulsar® Plus aplicado a *Setaria viridis*

La gota permanece en la superficie de la mala hierba gracias a la mayor adherencia de la nueva formulación

*Chenopodium album*

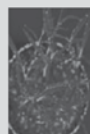
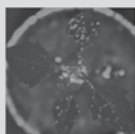
*Ambrosia artemisiifolia*

*Echinochloa crus-galli*

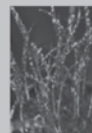
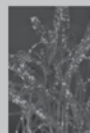
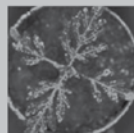
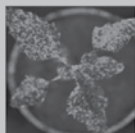
*Setaria viridis*

COBERTURA

#### Formulación estándar de Pulsar® 40



#### Herbicida Pulsar® Plus



En imágenes ultravioletas obtenidas empleando tecnología de trazadores en la aplicación, se han observado grandes diferencias en adherencia y cobertura con el uso de **Pulsar® Plus**

### 3. Beneficios

El sistema de producción Clearfield® Plus para girasol aporta beneficios agronómicos considerables a los agricultores, tales como:

- Adaptación a las necesidades de cada finca
- Mejor control de malas hierbas
- Mejor genética de los híbridos Clearfield® Plus; +tolerancia + aceite + rendimiento

#### 3.1. Adaptación a las necesidades de cada finca

Aparte de las condiciones climáticas y económicas, los agricultores deben afrontar desafíos diarios durante la campaña agraria. Su objetivo consiste en explotar su cultivo al máximo para obtener la mayor rentabilidad posible. El sistema de producción Clearfield® Plus ofrece el importante beneficio de una excelente flexibilidad para controlar las malezas que perjudican al rendimiento previsto.

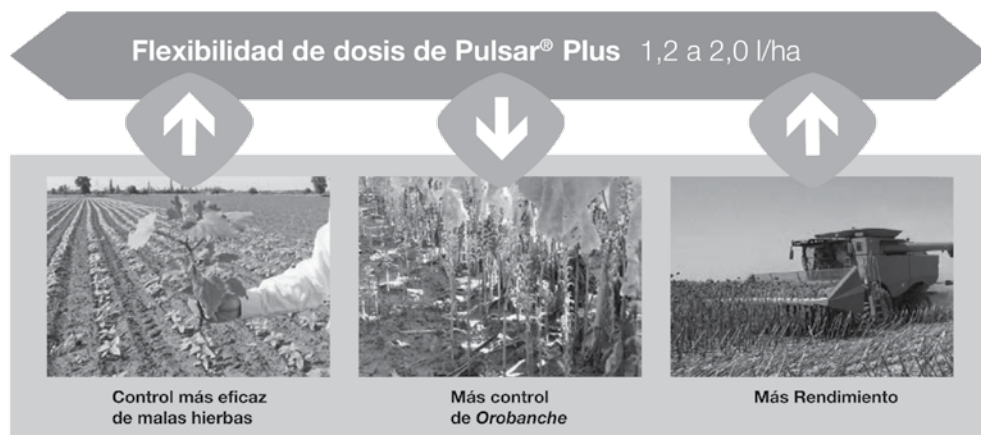
La innovación de esta nueva formulación dota al nuevo herbicida Pulsar® Plus de un amplio rango de dosis.

Disponer de la mejor formulación es tan importante como la eficacia que puede proporcionar el ingrediente activo, y los especialistas de BASF han creado el nuevo herbicida Pulsar® Plus para ofrecer este beneficio al agricultor.

Gracias a esta flexibilidad, los agricultores pueden decidir la mejor manera de controlar las malas hierbas en función de las condiciones existentes, tales como la presión ejercida por las malas hierbas, la presencia de malas hierbas resistentes, etc.

Los técnicos de BASF están siempre disponibles para asesorar y ofrecer orientación sobre los beneficios del sistema de producción de girasol Clearfield® Plus.

Pulsar® Plus se adapta a las necesidades de cada finca





### 3.2. Mejor control de malas hierbas

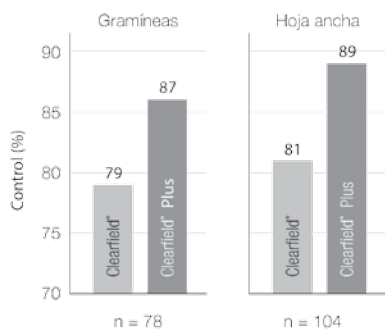
El sistema de producción **Clearfield® Plus** para girasol proporciona a los productores un control de malas hierbas superior a los sistemas convencionales del cultivo.

Sus ventajas incluyen:

- Mejor control de las malas hierbas de hoja ancha y gramíneas en postemergencia
- Mayor espectro de control de malas hierbas
- Nivel superior de uniformidad
- Mayor flexibilidad en cuanto al momento de aplicación de herbicidas
- Control duradero de malas hierbas

#### Porcentaje de control (%)

Solución herbicida **Clearfield®** y **Clearfield® Plus**



**El control de las malas hierbas durante las etapas críticas de crecimiento y en toda la campaña reduce la competencia por el agua y los nutrientes que requieren los girasoles para su desarrollo.**

Un resumen de los datos generados por BASF durante los años 2008-2014, que incluyen todas las etapas de crecimiento y momentos de aplicación, ha demostrado un mejor control de las malezas gramíneas y de hoja ancha en campos **Clearfield® Plus** frente a otros sistemas de tolerancia a herbicidas, herbicidas convencionales y **Clearfield®**.

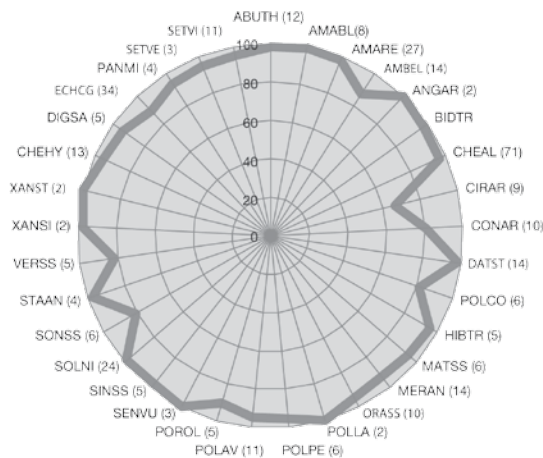
Esta mejora se aprecia en el alcance y la fiabilidad del control de malas hierbas en una amplia variedad de condiciones ambientales.



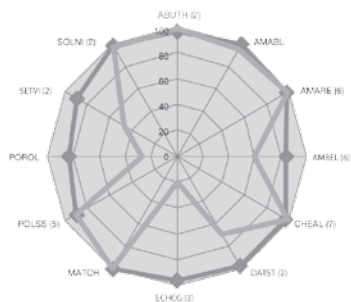
# Clearfield® Plus

Sistema de Producción para Girasol

Control de malas hierbas con Pulsar® Plus

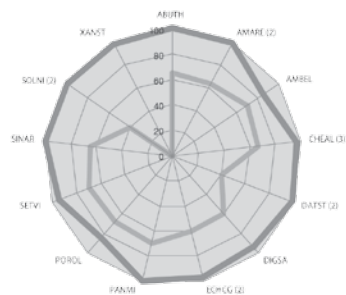


Comparación de la eficacia entre el sistema Tribenuron HT y Clearfield® Plus

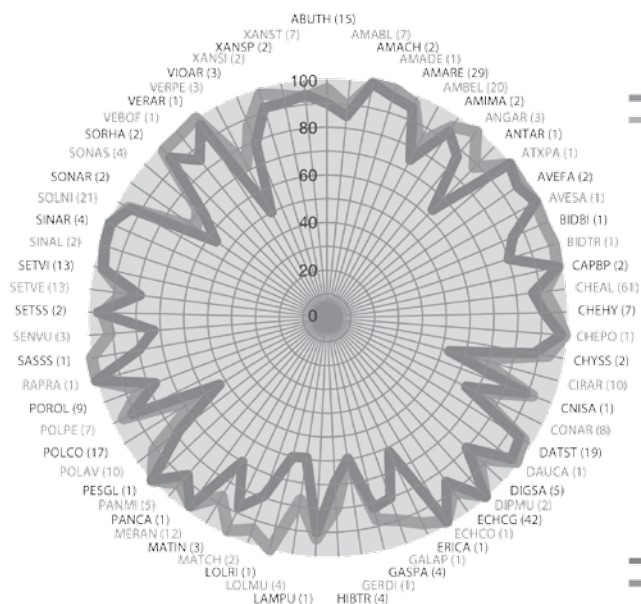


◆ Pulsar® Plus  
— Tribenuron + adyuvante

Herbicida convencional frente a Clearfield® Plus  
Porcentaje de control



— Pulsar® Plus  
— Herbicida PRE convencional



— Pulsar®  
— Pulsar® Plus

### 3.3. Mejor genética de los híbridos Clearfield® Plus

#### Tolerancia excelente en los herbicidas

En estudios de investigación, se ha demostrado que los híbridos Clearfield® Plus muestran una muy superior tolerancia a los herbicidas Clearfield/Clearfield® Plus respecto a la tolerancia observada con girasoles Clearfield®.

**La excelente tolerancia a los herbicidas permite a los productores utilizar formulaciones más activas desarrolladas específicamente por BASF, que ofrecen un mayor control de malezas en situaciones con:**

- alta presión de malezas y/o
- presencia de malezas difíciles de controlar
- mayor seguridad en casos de solape

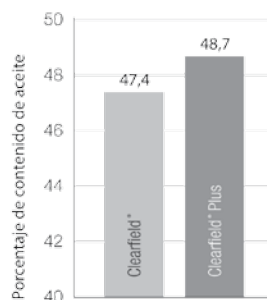
En estudios recientes, los híbridos Clearfield® Plus han demostrado una tolerancia excelente a los herbicidas y un rendimiento agronómico excepcional en distintas regiones de Europa, donde los tipos de suelo, el clima y ciertas malezas parásitas como las del género *Orobanche* (jopo) han dificultado el cultivo del girasol. Asimismo, la posible superposición al rociar el producto ya no tendrá un impacto negativo.

#### Alta producción de aceite

Los datos de investigación muestran que los híbridos Clearfield® Plus aportan un mayor contenido de aceite por hectárea que los girasoles Clearfield®. Además, se descubrió que la diferencia en contenido de aceite entre Clearfield® y Clearfield® Plus era más pronunciada en ambientes sometidos a un mayor estrés. Dado que el rasgo Clearfield® Plus no se obtuvo de girasoles silvestres, la genética puede explotar todo su potencial para obtener un mayor contenido de aceite.

#### Porcentaje de contenido de aceite

Fuente: Ensayos de campo, Hungría



### Excelente rendimiento

La sistematicidad en el control de malas hierbas que ofrece **Pulsar® Plus** es bastante superior a los niveles proporcionados por los herbicidas de preemergencia en girasoles convencionales, otros sistemas tolerantes a herbicidas o el control mecánico de malas hierbas. La nula competencia por parte de malas hierbas en los campos permite obtener altos rendimientos y cosechas uniformes.

Las mayores producciones son el resultado directo de un mejor control de malas hierbas y otorgado por el sistema de producción **Clearfield® Plus**. Gracias a estos beneficios, los híbridos **Clearfield® Plus** pueden explotar aún más su potencial de rendimiento genético a un nivel superior.



### 3.4 La tranquilidad que aporta la marca Clearfield® Plus

BASF junto con las principales empresas de semilla han invertido gran cantidad de recursos durante años para lanzar los mejores híbridos **Clearfield® Plus** al mercado. Se ha establecido un sistema de cualificación para confirmar que los híbridos alcanzan o superan un nivel muy alto de tolerancia a **Pulsar® Plus**.

Así, los agricultores pueden estar tranquilos al utilizar

**Pulsar® Plus** cada vez que adquieran híbridos **Clearfield® Plus** (que llevan el logotipo de **Clearfield® Plus** en la bolsa de semillas).

Antes de validar un nuevo híbrido como híbrido **Clearfield® Plus**, BASF y las empresas de semilla prueban el híbrido en el marco de un programa de cualificación en distintos países y regiones de Europa





## 4. Posicionamiento técnico

El herbicida Pulsar® Plus está adaptado a las condiciones de cultivo de girasol en cada región. Los logos **Clearfield®** y **Clearfield® Plus** que figuran tanto en la bolsa de semillas como en el envase del herbicida, indican rendimientos maximizado y optimización de recursos.



### 4.1. Perfil del producto

Sistema de producción	<b>Clearfield® Plus</b>
Productos	<b>Pulsar® Plus</b>
Dosis recomendada	1,2 l/ha-2,0 l/ha
Cantidad de agua recomendada	100-400 l/ha
Observación	La aplicación de <b>Pulsar® Plus</b> a híbridos que NO sean <b>Clearfield® Plus</b> (lo que se identifica con el sufijo "CLP y CP" y el logotipo de <b>Clearfield® Plus</b> en la bolsa) puede provocar daños graves en el cultivo y/o su pérdida completa.



### 4.2. Recomendación

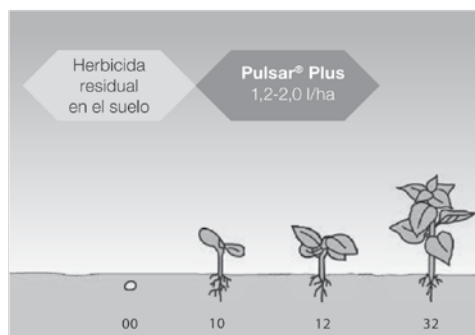
**La dosis recomendada de Pulsar® Plus:**

1,2 - 2,0 l/ha de herbicida **Pulsar® Plus**

Para mantener los beneficios a largo plazo del sistema de producción **Clearfield® Plus** para girasol y mejorar aún más la seguridad del control de malezas, en determinadas condiciones BASF recomienda aplicar también un herbicida de preemergencia, como Stomp® Aqua.

**Condiciones para una estrategia de aplicación preemergente + postemergente:**

1. Zonas de alto riesgo definidas por rotaciones cortas de girasol/trigo/girasol con uso continuo de herbicidas ALS
2. Alta presión de gramíneas y/o malezas de hoja ancha difíciles como *Chenopodium*, *Polygonum*, etc.
3. Si existen plantas parásitas género *Orobancha* en el campo, y los híbridos no son resistentes a las 7 razas de jopo hasta ahora descritas, se recomienda utilizar toda la dosis de **Pulsar® Plus**



## 5. Gestión de la tecnología

### Gestión de las resistencias y recomendaciones generales

Es esencial para preservar los beneficios a largo plazo del sistema de producción **Clearfield® Plus** para girasol, tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Recomendaciones	Por qué	Cómo hacerlo
<b>Rotación de cultivos</b>	La rotación de cultivos es una buena práctica agronómica, ya que reduce las enfermedades, las malezas del género <i>Orobanche</i> y la presión de los insectos en los cultivos de girasol.	Cultive SIEMPRE los girasoles <b>Clearfield® Plus</b> en rotación con otros cultivos que no sean <b>Clearfield®</b> , es decir, cereales/maíz. Como mínimo, utilice una rotación de cultivos de tres años.
<b>Rotación de herbicidas con la rotación de cultivos</b>	Esto reduce la presión de selección causada por el uso continuo de herbicidas inhibidores de ALS, y ofrece un modo de acción alternativo para controlar los rebrotes de girasol <b>Clearfield® Plus</b> y otras malas hierbas resistentes a ALS que puedan existir.	NO exceda un máximo de dos herbicidas inhibidores de ALS exclusivos (HRAC grupo B) en cualquier campo, en un período de 4 años. NO utilice únicamente formulaciones químicas ALS en su rotación de cultivos.
<b>Control de rebrotes</b>	Los rebrotes actúan como mala hierba competitiva en la rotación de cultivos, y pueden contribuir a la acumulación y propagación de enfermedades importantes. La polinización cruzada de plantas voluntarias incrementa los riesgos de propagación inadvertida de tolerancia a los herbicidas.	Los rebrotes de girasol <b>Clearfield® Plus</b> pueden controlarse con todos los herbicidas certificados para este tipo de plantas, con la posible excepción de las sulfonilureas, en las que un bajo nivel de tolerancia cruzada podría conllevar un control inaceptable. Evite la producción de semillas de los rebrotes dentro y fuera de sus campos.
<b>Utilice SIEMPRE y EXCLUSIVAMENTE la dosis prescrita</b>	La dosis de herbicida recomendada permite el control más eficaz en una amplia gama de condiciones ambientales. Ello garantizará que las semillas de malezas no se agreguen al banco de semillas en el suelo, al tiempo que se minimiza la presión de selección y se evita el desarrollo de resistencia de las malezas.	Observe que las dosis de herbicida recomendadas, se desarrollan en ensayos rigurosos de eficacia diseñados para identificar tanto la respuesta del rendimiento del cultivo como el control óptimo de las malezas.



BASF Española, S.L.  
Can Rabia, 3-5  
08017 Barcelona  
Tel.: 93 496 40 00  
[www.agro.basf.com](http://www.agro.basf.com)

Lea y observe las instrucciones de la etiqueta en todos los casos.

© Marca registrada de BASF. © Copyright BASF SE 2015. Todos los derechos reservados.

 **BASF**  
We create chemistry

# MONOLITH®: EL MEJOR CONTROL DE ALPISTE Y OTRAS GRAMÍNEAS

**BAYER**

**Samuel Gil Arcones**  
*Grower Marketing Manager Iberia*  
*Bayer CropScience.*

## RESUMEN:

Monolith® se registró en España el 28 de Septiembre de 2017 con el número de autorización ES-00497.

Es un nuevo herbicida de aplicación en post-emergencia de trigos blandos, trigos duros y triticales, para el control de malas hierbas gramíneas (como Phalaris sp, Bromus sp, Lolium sp, etc) y algunas dicotiledóneas. Tiene dos ingredientes activos, mesosulfuron y propoxicarbazona, que actúan sobre la enzima aceto-lactato-sintasa (ALS). Mesosulfuron-metil se absorbe principalmente por vía foliar y en menor medida vía radicular y propoxicarbazona-sodio se absorbe mayormente por vía radicular, eliminando las plantas objetivo en un periodo aproximado de 4-6 semanas. Incluye el protector mefenpir para asegurar la selectividad del cultivo. Usado según las indicaciones de la etiqueta, es altamente eficaz contra malas hierbas gramíneas, seguro para el cultivo, para el aplicador y el medio ambiente.

## MONOLITH®

### Composición:

MESOSULFURON-METIL 4,5 % + PROPOXICARBAZONA-SODIO 6,75 % [WG]  
P/V

Contiene el antídoto MEFENPIR-DIETIL 9%

Monolith® es un herbicida de uso en post-emergencia de trigo blando, trigo duro y triticales para el control de las principales malas hierbas gramíneas y algunas dicotiledóneas.

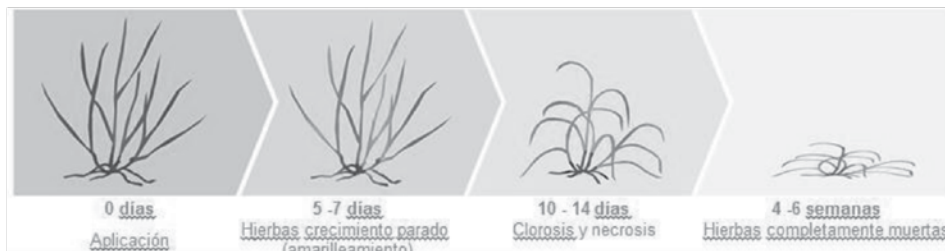
En su composición tiene dos ingredientes activos: mesosulfuron-metil, que se absorbe principalmente por vía foliar y en menor medida vía radicular, y propoxicarbazona-sodio que su absorción es mayormente radicular. Ambos ingredientes se traslocan a los ápices vegetativos de la hierba tratada inmediatamente después de ser absorbidos, bloqueando el crecimiento de las malas hierbas sensibles. Los síntomas de la acción del producto se caracterizan por decoloración de las hojas, seguidas de necrosis de los brotes y de la muerte de las plantas afectadas, que puede producirse a las 4-6 semanas del



tratamiento. Ambos ingredientes activos pertenecen al grupo de los herbicidas inhibidores de la aceto-lactato-sintasa (ALS) - (Grupo HRAC B).

<b>Modo de acción</b>	Inhibidor de ALS (Acetolactato sintasa)	<b>Grupo B</b>
<b>Contenido de ii.aa.</b>	Mesosulfuron-Metil (Sulfonilurea)	45.0 g/kg
	Propoxicarbazona-sodio (Sulfonylaminocarbonyl-triazolinone)	67.5 g/kg
	Mefenpir-Dietil (Pirazol)	90.0 g/kg
<b>Formulación</b>	WG- Granulado dispersable en agua	

Dos ingredientes activos herbicidas y un protector.



### **Aplicaciones autorizadas:**

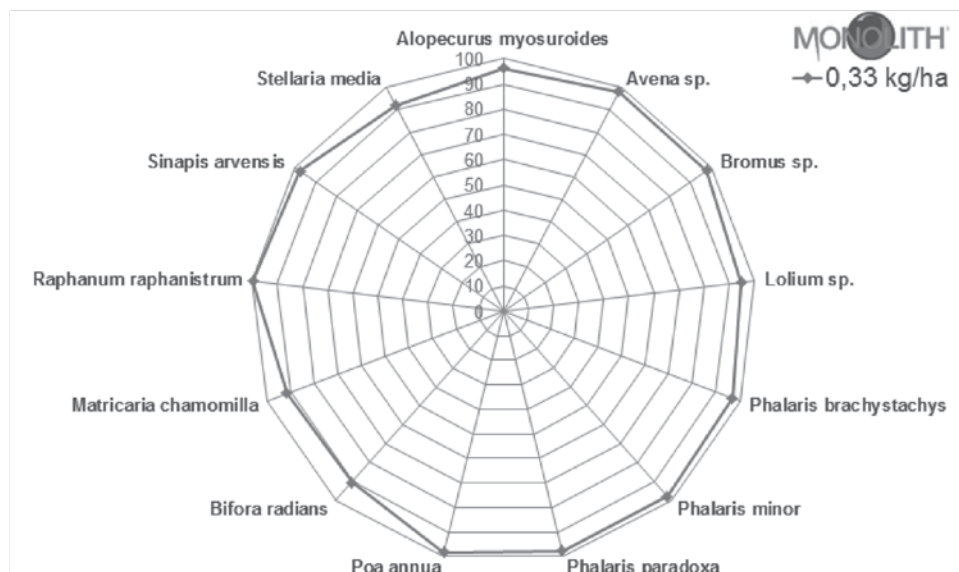
Cereales de invierno: Trigo blando, trigo duro y triticale.

Controla diversas malas hierbas gramíneas como Phalaris sp , Bromus sp, Lolium sp, Alopecurus sp, Poa sp, y otras, así como algunas malas hierbas dicotiledóneas, como Matricaria sp, Stellaria sp y otras.

### **Espectro de acción y eficacia media:**

Eficacia media de Monolith® (dosis 0,33 Kg/ha) sobre distintas malas hierbas en los ensayos realizados en España:

Monolith® es eficaz para el control de poblaciones de Lolium sp resistentes a herbicidas del tipo ACCasa, sin embargo no controla poblaciones de Lolium sp resistentes a herbicidas del tipo ALS.



### Dosis y modo de empleo:

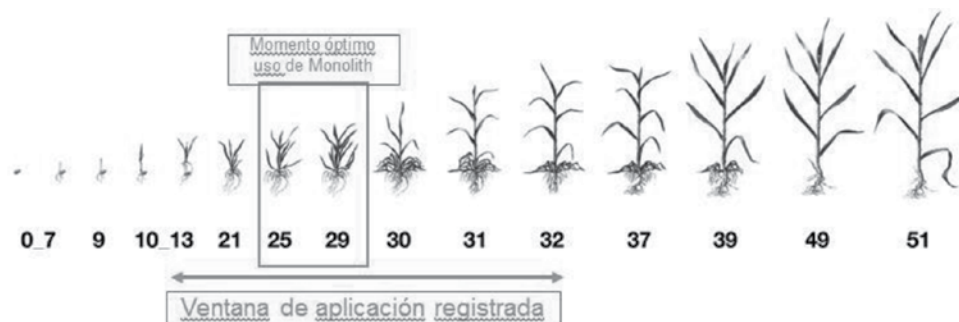
Aplicar una sola vez en pulverización normal, a la dosis de 0,33 kg/ha.

Caldo de pulverización: 200-400 l/ha

El uso con un coadyuvante favorece la eficacia general.

### Momento de aplicación:

Aplicar en post emergencia del cultivo, entre los estadios de 3 hojas a segundo nudo perceptible (BBCH 13-32), sobre malas hierbas gramíneas entre los estadios de 2 hojas e inicio de ahijado para gramíneas y entre los estadios de 2 y 6 hojas para dicotiledóneas.



Los mejores resultados se obtienen siempre sobre malas hierbas en estado precoz y en crecimiento activo.

### **Cultivos de sustitución y de rotación:**

En caso de fallo del cultivo tratado y después de una labor profunda (15-35 cm) pueden sembrarse, respetando un intervalo mínimo de 20 días, trigo duro y, con un intervalo de 100 días, patata y guisante.

Después de un cereal tratado con Monolith® en el curso de una rotación normal, bajo condiciones normales de pluviometría, es posible implantar cereal, guisante, lino de primavera, girasol, raigrás, judía, remolacha de primavera, soja, sorgo, alfalfa, maíz, colza, hinojo, patata, lechuga y tomate. Es recomendable realizar una labor profunda antes de implantar el nuevo cultivo.

El establecimiento de cualquier otro cultivo no mencionado será responsabilidad exclusiva del usuario.

### **Advertencias agronómicas:**

- El producto contiene principios activos inhibidores de la enzima ALS. A fin de evitar o retardar la aparición y la difusión de malas hierbas resistentes, se aconseja alternar o mezclar este producto herbicida con otro de diferente modo de acción y adoptar prácticas agronómicas adecuadas, como por ejemplo la rotación de cultivos y la falsa siembra.
- Durante la ejecución del tratamiento evitar el solape y cerrar el pulverizador durante las paradas y los cambios de dirección.
- No aplicar el producto en cultivos debilitados, en condiciones climáticas adversas, carencias nutricionales, ataques de parásitos y asfixia radicular. En el caso de variedades muy sensibles en situaciones de estrés, consulte previamente.
- No se recomienda aplicar en mezcla con abonos líquidos foliares, ni aplicar con insecticidas organofosforados.

### **VENTAJAS DE MONOLITH®:**

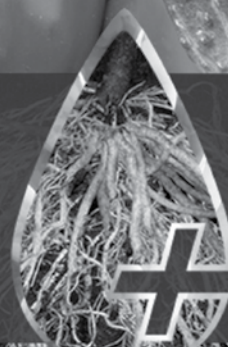
- Innovador producto para el control de gramíneas.
- Se puede utilizar en trigo blando, trigo duro y triticale.
- Proporciona un control consistente de las principales malas hierbas de hoja estrecha, incluidos los alpistes y los bromos.
- Combinado con un herbicida específico contra dicotiledóneas ofrece un espectro completo.
- Eficaz sobre gramíneas resistentes a ACCasa's .
- Se puede utilizar en programa con otros productos para un mejor manejo de poblaciones de hierbas difíciles.
- Su control precoz de malas hierbas, protege el potencial productivo del cereal.



BioAct  
PRIME

## El Nematicida biológico

Sevilla, 23-25 de Enero de 2019



Qué es



### Es un Nematicida biológico

- + Contiene esporas de *Purpureocillium lilacinum* (sinónimo *Paecilomyces lilacinus*) cepa 251
- + Hongo localizado en numerosos hábitats, tanto en suelos cultivados como no cultivados y en la rizosfera de numerosas plantas.
- + *P. lilacinum* es altamente adaptable en sus estrategias de vida dependiendo de la disposición de alimentos.

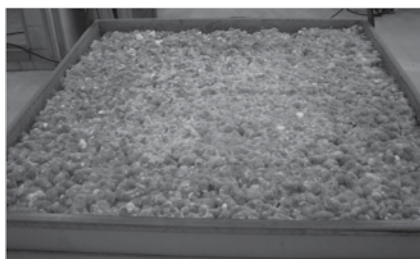


Qué es



## Es un Nematicida biológico

- + Contiene  $4,7 \times 10^{10}$  conidias viables de *P. lilacinum* cepa 251 por ml ( $4,7 \times 10^{13}$  por kg). Formulado de alta concentración.
- + Formulado en forma líquida DC (Concentrado Dispersable en agua).
- + Excelente grado de pureza y homogeneización del formulado comercial.



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Qué es



3



## Es un Nematicida biológico

- + Condiciones de almacenamiento:
  - + No necesita congelación
  - + 4°C a 20°C: 2 años de conservación
  - + 30°C: 6 meses de conservación
- + Envases abiertos: utilizar antes de seis semanas y conservar mientras tanto en el envase cerrado y por debajo de 20°C. Refrigerar.



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

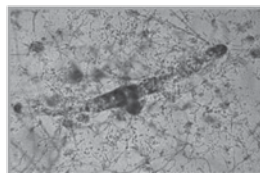
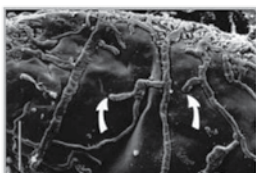
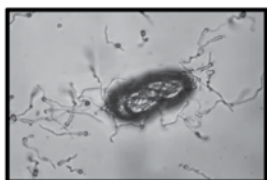
4

Para qué



## Acción nematocida

- + Modo de acción:
  - + Las esporas de *P. lilacinum* cepa 251 son altamente infecciosas sobre todos los estadios de desarrollo de numerosos nematodos fitopatógenos. Especialmente huevos por su inmovilidad.
  - + Tras germinar, *P. lilacinum* cepa 251 utiliza conjuntamente la presión física y la actividad enzimática para atravesar la cutícula
  - + *P. lilacinum* cepa 251 se alimenta del contenido corporal del nematodo.



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Para qué

3



## Acción nematocida

- + Espectro de control de nematodos clave



- 4 - Muy Bueno
- 3 - Bueno
- 2 - Suficiente
- 1 - Efecto reducido

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

6

Para qué



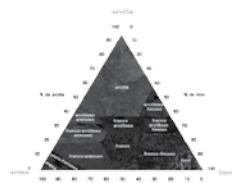
## Acción nematicida

+ Parámetros de funcionamiento:

+ Temperatura: Rango entre 12°C y 36°C. Óptimo 25°C



+ Tipo de suelo: es activo en todos los suelos (altos % MO incrementan su actividad)



+ pH suelo: trabaja bien en un rango de 4 a 8.



+ Población inicial J2: reducir al máximo



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Para qué



## Acción nematicida

+ **Pepino** 90 % severidad



Velum C



Bioact ABDE



E  
F  
I  
C  
A  
C  
I  
A

+ **Tomate** 75 % severidad



Velum C



Bioact ABDE



+ **Pepino** 20 % severidad



Velum C



Bioact ABDE



+ **Tomate** 25 % severidad



Velum C



Bioact ABDE



BioAct Prime- Jordi Fullana - Enero 2019



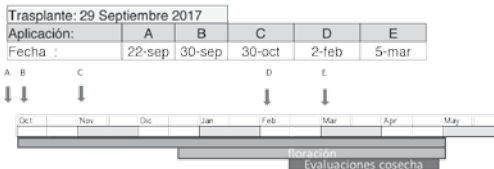
Para qué



## Acción nematicida

+ Fresa 28 % severidad

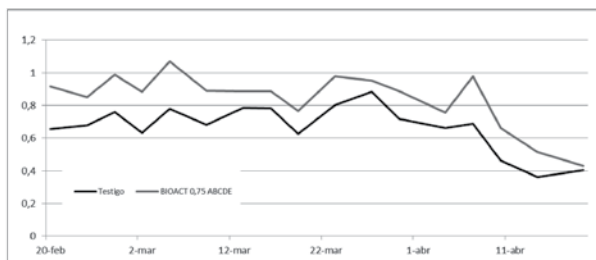
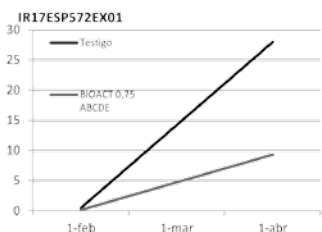
Tesis 1	Testigo
Tesis 2	BIOACT Prime 0,75 ABCDE



+ % Agallamiento raíces

+ Comparativa cosecha

17 evaluaciones

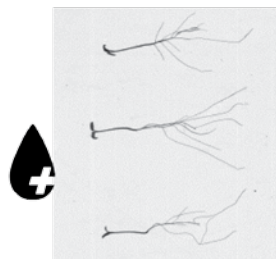
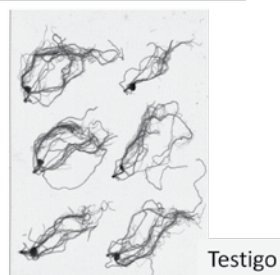
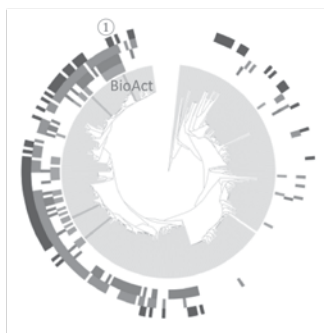


BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Para qué



## Promotor incremento de cosecha



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019



Para qué

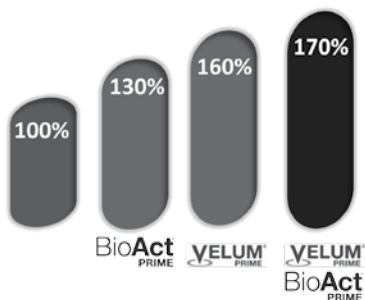


## Promotor incremento de cosecha

+ 45 DDT  
40 % severidad



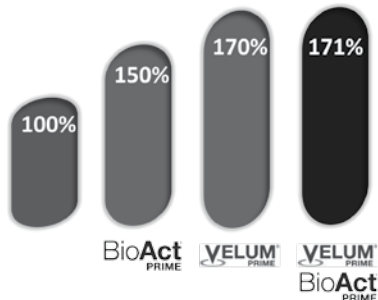
+ 100 DDT  
70 % severidad



%



C  
O  
S  
E  
C  
H  
A



BioAct Prime- Jordi Fullana - Enero 2019

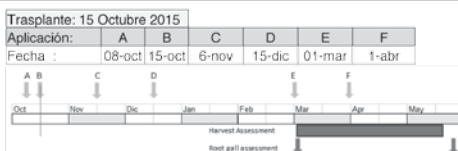
Para qué



## Promotor incremento cosecha

+ Fresa 17 % severidad

Tesis 1	Testigo	
Tesis 2	BIOACT Prime 0,75	ABC
Tesis 3	BIOACT Prime 0,75	ABCD
Tesis 4	BIOACT Prime 0,75	ABCDE



+ Rendimiento Relativo Testigo 100%

12 evaluaciones



BioAct Prime - Jordi Fullana - Enero 2019

12

Estrategias de uso



## Registro actual

- + Dosis: 0,75 l/ha
- + Plazo Seguridad: no procede

Cultivos herbáceos	Número de aplicaciones	Entornos de uso
Cucurbitáceas	1-7	Aire libre, invernadero, bandejas de semilleros
Solanáceas	1-7	Aire libre, invernadero, bandejas de semilleros
Bulbos hortícolas	1-7	Aire libre, bandejas de semilleros
Hortalizas de hoja y hierbas aromáticas frescas	1-4	Aire libre, invernadero, bandejas de semilleros
Tallos jóvenes (hortalizas de tallo)	1-7	Aire libre, bandejas de semilleros
Hortalizas del género Brassica	1-4	Aire libre, bandejas de semilleros
Zanahoria y otras raíces y tubérculos	1-5	Aire libre, bandejas de semilleros
Fresal	1-7	Aire libre, invernadero, macrotúnel, bandejas de semilleros
Leguminosas (verdes y secas)	1-3	Aire libre, invernadero, bandejas de semilleros
Especias	1-3	Aire libre, invernadero, bandejas de semilleros
Tabaco	1-4	Aire libre, bandejas de semilleros
Viveros ornamentales	1-3	Aire libre, invernadero, bandejas de semilleros
Cultivos frutales y leñosos	Número de aplicaciones	Entornos de uso
Cítricos	1-4	Aire libre
Platanera		Aire libre e invernadero
Vid		Aire libre
Bayas		Aire libre, invernadero y macrotúnel
Frutales subtropicales/tropicales		Aire libre
Otros frutales de hoja caduca		Aire libre
Viveros de leñosas		Aire libre

Estrategias de uso



## Registro actual

- + Dosis: 0,75 l/ha
- + Plazo Seguridad: no procede
- + Entorno de usos: Aire libre  
Invernadero  
Bandejas de semilleros



Cucurbitáceas	Pepino, pepinillo, calabacín, melón, sandía, calabaza	1-7
Solanáceas	Tomate, pimiento, berenjena, okras	

Estrategias de uso



## Registro actual

- + Dosis: 0,75 l/ha
- + Plazo Seguridad: no procede
- + Entorno de usos: Aire libre  
Invernadero  
Macrotúnel



Cultivos	Especies incluidas	Número de aplicaciones
Fresal	Fresa	1-7
Bayas	Arándanos, frambuesas (rojas y amarillas), moras (negras y blancas), zarzamoras, grosellas espinosas (verdes, rojas y amarillas), escaramujos, acerolos/nísperos mediterráneos, bayas de sauco, bayas de goji, espino amarillo/espino falso	1-4

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Estrategias de uso

15



## Inclusión en Producción Integrada

Fecha: 28 de mayo de 2018  
 Ref: MFG/SV  
 Asunto: Autorización provisional  
 Pl varios cultivos

**30 MAYO 2019**

450-11.776

DELEGACIÓN TERRITORIAL DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL  
 PLAZA DE LA CONSTITUCIÓN Nº 3  
 11071-CÁDIZ

En atención a la solicitud para la inclusión del producto fitosanitario BIOACT PRIME con n.º de registro ES-00402 y formulado a base de la sustancia activa Paecilomyces lilacinus (Cepa 251) 21,6 % en varios Reglamentos Específicos de Producción Integrada de Andalucía, y una vez estudiadas las características del producto, en cuanto a impacto sobre la fauna auxiliar y comportamiento medioambiental, esta Dirección General procede a autorizar provisionalmente, hasta que tenga lugar su inclusión definitiva en los Reglamentos Específicos, la utilización del citado producto fitosanitario para el control integrado de nematodos en los Reglamentos Específicos de los cultivos que se relacionan:

Cultivo	Plaga
Almendro	Nematodos
Arándano	Nematodos
Cítricos	Nematodos
Cultivos hortícolas protegidos	Nematodos
Espárrago verde	Nematodos
Fresa	Nematodos
Frambuesa y mora	Nematodos
Lechuga al aire libre	Nematodos
Leguminosas grano: garbanzo, guisante habas y lentejas	Nematodos
Tamate para transformación	Nematodos
Vid	Nematodos
Zanahoria y chirivía	Nematodos

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

15

Estrategias de uso

Periodo trasplante  
Periodo cosecha  
Opcional

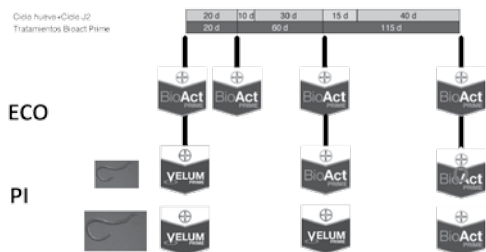


# Estrategias según generación nematodos

## Solarización previa: control huevos y J2

Almería Tomate otoño	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4	w1 w2 w3 w4

Ciclo huevo+Ovis J2  
Tratamientos Bioact Prime



ECO

PI

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Duración ciclo hasta aparición primeros huevos siguiente generación (días)	18-25	30-40	45-75	30-40	18-25							
Duración entre primeros huevos y presencia de los siguientes J2 (días)	10	15	20	15	10							

Estrategias de uso



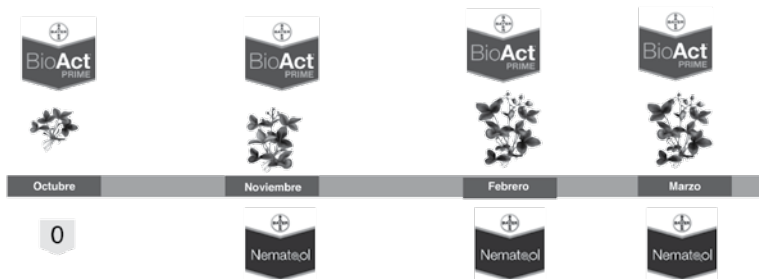
# Estrategias sin residuos



- + Producción Ecológica
- + Residuo Cero



## + Biofumigación/solarización previa: reducción huevos y J2



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

18

Estrategias de uso



## Estrategias Producción Integrada

+ Producción Convencional



+ Desinfección o biofumigación/solarización



Octubre



Diciembre



Febrero

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Calidad aplicación



## Buscamos una aplicación de Calidad

Objetivo:

1. Distribución homogénea de *BioAct* en la parcela
2. Localización adecuada de *BioAct* en el perfil del suelo

Utilizando nuestro sistema de riego por goteo



Nuevo RETO: se han de distribuir unas esporas de un hongo (partículas/ ser vivo)

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

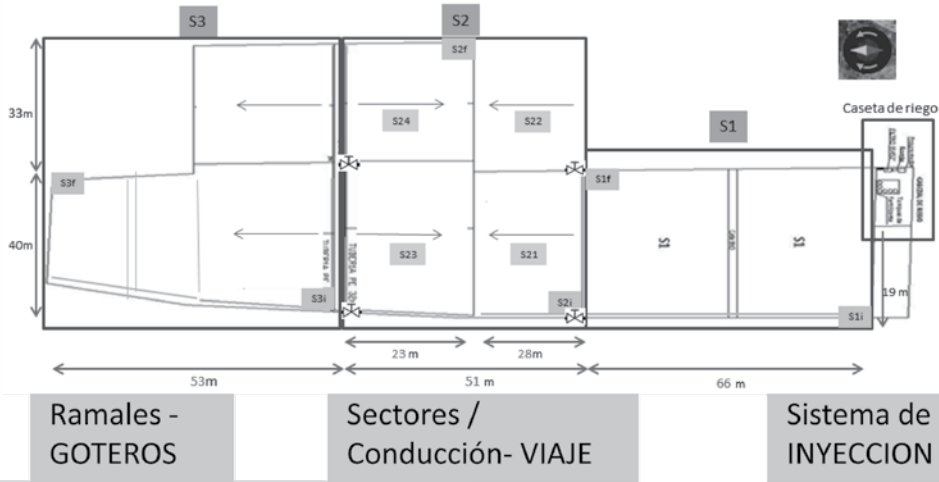
20

Calidad aplicación



## Buscamos una aplicación de Calidad

Chek list: de la instalación



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Calidad aplicación



## Buscamos una aplicación de Calidad

**Equipos recomendados** --- Venturi o inyectoros / deposito abierto--- Caudal de inyección (L/min)

**Recomendaciones de preparación de dilución:**

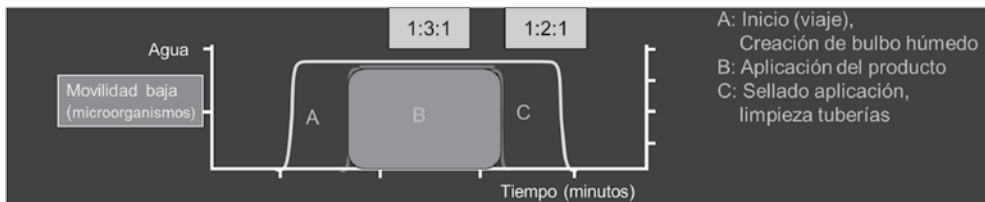
Mitigar la generación de espuma

Evitar sedimentación esporas: agitador mecánico

Evitar mezclas que puedan condicionar la viabilidad de las esporas de *P. lilacinus*

**Duración ciclo de riego:** Mínimo 45-60 min (dependiendo de situación)

**Duración fase de inyección: INYECCION LARGA (diluir)**



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

22

Compatibilidad



Interacción con otras M.A.

Clase	Materia Activa	Target	Compatibilidad
Fungicidas	Azoxystrobin	Cyt bc1 Qo	No
	Benomyl	B-tubulin assembly	No
	Bitertanol	C14 demethylase	No
	Chlorthalonil	Glycolysis	No
	Mancozeb	Multi-site	No
	Prothioconazole	C14 demethylase	No
	Propiconazol	C14 demethylase	No
	Tebuconazole	C14 demethylase	No
	Fosetyl-AI		Si
	Trifloxystrobin	Cyt bc1 Qo	Si
	Metalaxyl	RNA-Pol1	Si
	PCNB	Lipid peroxidation	Si
	Fluxapyroxad	SDH	Si
	Propamocarb-HCl (+Fosetyl-Sodium)	Cell membrane	Si
	Triadimenol	C14 demethylase	Si
Fluopyram	SDH	Si	

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019  
Nematool



Solución digital para el control de los Nematodos



App móvil



Sonda



BioAct Prime

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019



Nematool



## Solución digital para el control de los Nematodos



- Basado en información de **temperatura a 20 centímetros de profundidad** y método de **grados-día acumulados**
- **Avisos automáticos** sobre la generación actual y el porcentaje completado para la aparición de huevos de la **siguiente generación**



100%  
alarma

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Nematool



## Solución digital para el control de los Nematodos



- Información histórica de todos los campos introducidos, con detalles de la evolución de la temperatura
- **Descarga e impresión** de informes



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

25



Nematool



## Solución digital para el control de la calidad de la solarización.



- Indicador de la **calidad de solarización** en base a la acumulación de temperaturas letales en suelo
- Avisos automáticos cuando se llega a una temperatura **excelente** para la solarización



BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

Conclusiones

27



## Beneficios de su uso

Herramienta eficaz para programas integrales de control de nematodos	Tanto para programas de producción ecológica, de residuo cero, como programas de producción integrada.
Mejora la rentabilidad	Efecto vigorizante de raíces relacionado con consiguientes incrementos de cosecha.
Flexibilidad de uso	Formulación líquida, dosis/ha baja, hasta 7 tratamientos por campaña, uso autorizado durante todo el ciclo de los cultivos, plazo de seguridad de 0 días.
Buena comercialización de la cosecha	Sin residuos.
Buena conservación del producto	No requiere congelación y tiene un largo periodo de almacenaje a temperaturas de hasta 20°C.

BioAct Prime – Jordi Fullana - Enero 2019

28



**Closer**<sup>®</sup>

Isoclast<sup>™</sup> active

**INSECTICIDA**

## **ISOCLAST<sup>™</sup> ACTIVE: NUEVA MATERIA ACTIVA PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE INSECTOS CHUPADORES EN CÍTRICOS, FRUTALES Y HORTÍCOLAS.**

**Insa, J.A.; Torne, M.; Sucarrats, M.**

*(Corteva Agrisciences<sup>™</sup>. Agriculture Division of DowDuPont<sup>™</sup>)*

Isoclast<sup>™</sup> active, insecticida descubierto y propiedad de Corteva Agrisciences<sup>™</sup>, es el único miembro de una nueva clase química de insecticidas, las sulfoximinas. Isoclast<sup>™</sup> active presenta un modo de acción único y controla insectos plaga resistentes a otras clases de insecticidas (p. ejem. carbamatos, organofosforados, piretroides y/o neonicotinoides). Isoclast<sup>™</sup> active ofrece amplio espectro de control y notable eficacia contra plagas de insectos chupadores (pulgones, moscas blancas, cochinillas, cicadélidos, ...); plagas difíciles de controlar y con gran relevancia económica en cultivos de cítricos, frutales y hortícolas.

Isoclast<sup>™</sup> active presenta un modo de acción único y ha sido clasificado por el Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC, por sus siglas en inglés) en el Grupo 4C-Sulfoximinas, separado del resto de insecticidas que actúan como "moduladores del receptor nicotínico de la acetilcolina". Isoclast<sup>™</sup> active tiene un excelente perfil toxicológico y bajo impacto ambiental (se degrada rápidamente en el medio ambiente y los metabolitos producidos no son tóxicos para organismos "no diana"). Siguiendo las indicaciones de la etiqueta, Isoclast<sup>™</sup> active no presenta efectos dañinos en enjambres de abejas ni sobre otros polinizadores ofreciendo excelente encaje en Programas de Producción Integrada por su respecto a fauna auxiliar.

La mayor demanda de alimentos frescos y saludables a precios asequibles y la limitación de recursos naturales a nivel global (p. ejem. reducción de la superficie cultivable y falta de agua) están aumentando la presión sobre la agricultura para incrementar sus ratios de productividad aspirando a conseguir una alimentación segura, suficiente y sostenible para todos. Isoclast<sup>™</sup> active viene a dar respuesta a estos retos de la sociedad actual.

### **DESCUBRIMIENTO Y QUÍMICA.**

El descubrimiento de sulfoxaflor (Isoclast<sup>™</sup> active) ha sido el resultado de la investigación de las sulfoximinas, las cuales no habían sido estudiadas extensamente como compuestos para la protección de cultivos y por tanto representaban una oportunidad de desarrollo como nuevo grupo químico. Este grupo ofrecía varias opciones al explorar una serie de cadenas laterales conocidas por tener características para su uso agrícola. Bioensayos realizados durante la primera fase de investigación mostraron altos niveles de actividad

sobre áfidos. Posteriores mejoras en sus atributos dieron como resultado el descubrimiento de Isoclast™ active, el primer y único insecticida de la clase (sulfoximinas) por el momento.

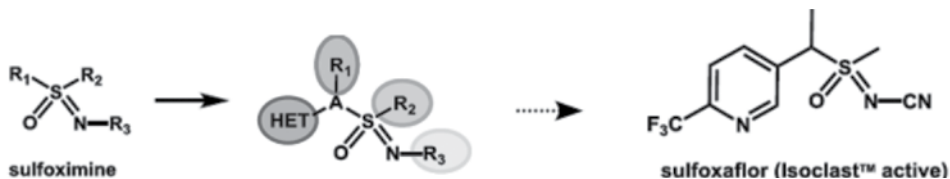


Figura 1.- Investigación "sulfoximinas" (Sparks et al. 2016)

## MODO DE ACCIÓN Y MANEJO DE RESISTENCIAS

Isoclast™ active actúa por contacto e ingestión, ofrece un extraordinario efecto de choque y un buen control residual de las plagas. Además dentro de la planta muestra movimiento translaminar y sistémico por el xilema. Todas estas características permiten un rápido control de las plagas, una buena persistencia en la protección del cultivo, excelente control de insectos en puntos de difícil acceso y una buena protección de los brotes en crecimiento.

Isoclast™ active presenta un modo de acción único y ha sido clasificado por el Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC, por sus siglas en inglés) en el Grupo 4C-Sulfoximinas, separado del resto de insecticidas que actúan como "moduladores del receptor nicotínico de la acetilcolina".

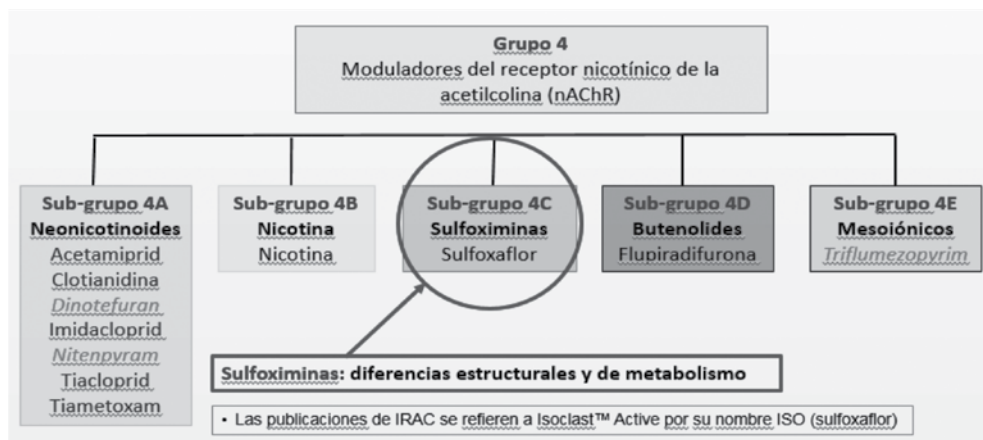


Figura 2.- Clasificación IRAC: Grupo 4-Moduladores del receptor nicotínico de la acetilcolina

Isoclast™ active tiene interacciones únicas y complejas con los receptores nicotínicos de la acetilcolina (nAChR) en los insectos, que son distintas a las

observadas con los neonicotinoides. Isoclast™ active es un agonista altamente eficaz de los receptores nicotínicos de la acetilcolina y presenta una baja afinidad por el sitio de acoplamiento de los neonicotinoides (Watson et al. 2011, Cutler et al. 2013).

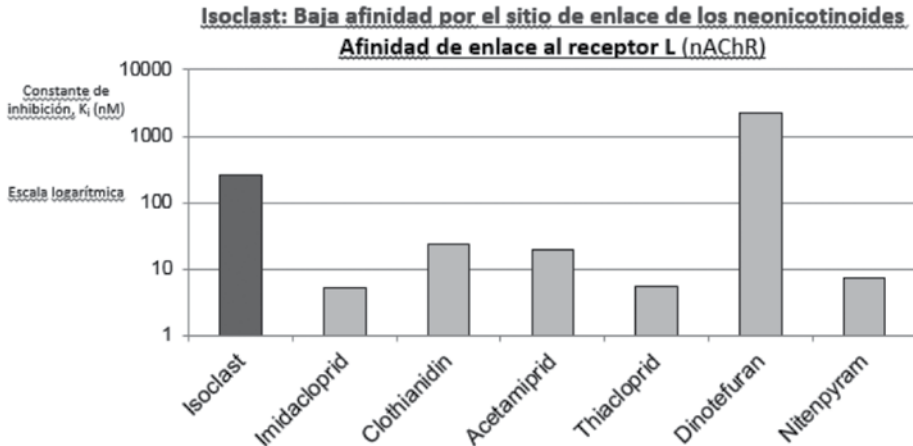


Gráfico 1.- Afinidad por el sitio de enlace de los neonicotinoides. (Watson et al. 2011)

Se ha observado que el incremento del metabolismo de las monooxigenasas es el principal mecanismo de resistencia a los neonicotinoides en campo. Isoclast™ active no es metabolizado por monooxigenasas (Sparks et al. 2103). La estructura química novedosa de Isoclast™ active y la ausencia de resistencia cruzada hacen que Isoclast™ active sea eficaz contra insectos chupadores que son resistentes a otras clases de insecticidas (carbamatos, organofosforados, piretroides) incluidos los neonicotinoides.

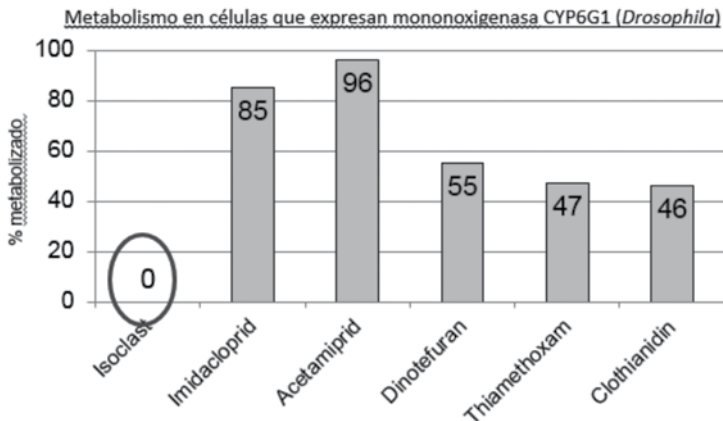


Gráfico 2.- Metabolización por monooxigenasas vs. neonicotinoides (Sparks et al. 2013)

Estudios realizados sobre comportamiento alimentario, usando gráficos de penetración electrónica (EPG: Electronic Penetration Graph, por sus siglas en inglés) han demostrado que Isoclast™ active provoca un cese de la alimentación más rápido y eficiente que imidacloprid en poblaciones de *Myzus persicae* tanto susceptibles como resistentes a neonicotinoides (Garzo et al. 2015).

Isoclast™ active es una valiosa herramienta para rotar en programas de manejo de resistencias debido a su estructura química novedosa y a la falta de resistencias cruzadas con insecticidas de otras clases.

## **TOXICOLOGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**

Isoclast™ active tiene un excelente perfil toxicológico y bajo impacto ambiental (se degrada rápidamente en el medio ambiente y los metabolitos producidos no son tóxicos para organismos "no diana").

Isoclast™ active muestra baja toxicidad aguda en mamíferos y los estudios de toxicidad crónica permiten clasificar el producto como no mutagénico, no teratogénico, no carcinogénico, no neurotóxico y sin peligro para la reproducción. Isoclast™ active presenta baja toxicidad para peces, crustáceos, algas y plantas acuáticas. Isoclast™ active no es bioacumulable, se elimina rápidamente y su metabolización es insignificante en mamíferos y aves.

<b>Estudio</b>	<b>Resultado</b>
Oral aguda LD <sub>50</sub> (rata)	1,000 mg/kg
Dermal aguda LD <sub>50</sub> (rata)	>5,000 mg/kg
Inhalación aguda LC <sub>50</sub> (rata)	>2.09 mg/L
Irritación dermal (conejo)	Mínima
Irritación ocular (conejo)	Leve
Sensibilización cutánea (ratón)	Ninguna
Exposición dietética 4 semanas (rata)	NOAEL = 24.8 mg/kg/día
Exposición dietética 13 semanas (rata)	NOAEL = 6.36 mg/kg/día
Exposición dermal 4 semanas (rata)	NOAEL = 1,000 mg/kg/día
Toxicidad –desarrollo– (rata)	NOAEL = 11,5 mg/kg/día
Desarrollo de genotoxicidad: - Prueba de Ames - Anomalía cromosómica - Micronúcleo de ratón (in vivo)	Negativo Negativo Negativo
Neurotoxicidad aguda	NOAEL = 25 mg/kg/día

Tabla 1. Perfil toxicológico (Datos)

La degradación microbiana es el mecanismo predominante de degradación de Isoclast™ active en el ambiente. El producto se disipa rápidamente en el ambiente y los metabolitos procedentes de la degradación no son tóxicos para organismos "no diana". La vida media en el suelo es corta (DT50 campo: 4,0 días) presentando un bajo riesgo de contaminación de aguas subterráneas. La baja presión de vapor y la vida media promedio DT50 (oxidación fotoquímica) menor de 1 día indican que los niveles de Isoclast™ active en el aire después de un uso normal serán mínimos.

<b>Datos de toxicología ambiental</b>	
Toxicidad aguda para aves	Oral LD <sub>50</sub> = 676 mg/kg (codorniz)
Toxicidad dietética a aves	5 días, CL <sub>50</sub> dietética > 5,620 mg/kg dieta (codorniz, pato real)
Toxicidad en reproducción a aves	NOAEL = 81,2 mg/kg y día (codorniz) NOAEL = 25,9 mg/kg y día (pato real) Sin efectos en reproducción ni otros efectos tóxicos
Toxicidad aguda en peces	CL <sub>50</sub> (96 h) > 387 mg/l (trucha arcoíris) CL <sub>50</sub> (96 h) > 363 mg/l (pez sol) CL <sub>50</sub> (96 h) > 402 mg/l (carpa común) CL <sub>50</sub> (96 h) = 266 mg/l (bolín)
Toxicidad crónica en peces	NOEC = 5,05 mg/l (carpa cabezona) NOEC = 1,21 mg/l (bolín)
Toxicidad aguda en invertebrados	<i>Daphnia magna</i> (48 h) CE <sub>50</sub> > 399 mg/l Camarón mrisido (96 h) CL <sub>50</sub> = 0,643 mg/l Ostra oriental (96 h) CE <sub>50</sub> (deposición de caparazón) = 86, 5 mg/l Lombriz (14días) LC <sub>50</sub> = 0,885 mg/kg de suelo
Toxicidad crónica en invertebrados	<i>Daphnia magna</i> (21 días) NOEC = 50 mg/l Camarón mrisido (28 días) NOEC = 0,114 mg/l <i>Chironomus riparius</i> (28 días) NOEC = 0,0455 mg/l Lombriz (56 días) NOEC = 0,1 mg/kg de suelo (basado en los efectos en número de lombrices jóvenes producidas)
Toxicidad aguda a plantas acuáticas	<i>Lemna gibba</i> -lenteja de agua- (7 días) EC <sub>50</sub> > 99 mg/l

Tabla 2.- Perfil ecotoxicológico (Datos)

En base a los datos disponibles, el uso de Isoclast™ active siguiendo las instrucciones de la etiqueta presenta bajo riesgo para el medio ambiente.

## **POLINIZADORES**

Se han estudiado los efectos de Isoclast™ active sobre polinizadores (abejas y abejorros) en experimentos de laboratorio y en pruebas de túnel simulando las condiciones en campo. Isoclast™ active presenta toxicidad aguda para abejas cuando es consumido vía oral o aplicado directamente sobre estas, en condiciones de laboratorio. Sin embargo, los efectos adversos de Isoclast™ active sobre polinizadores son mínimos en condiciones de uso en campo después de que las gotas de la aplicación se hayan secado.

Isoclast™ active presenta baja toxicidad residual para abejas en el follaje, el nivel de residuo en polen y néctar de plantas tratadas en floración decae rápidamente, vida media 1-3 días, y el metabolito primario producido por el producto no es tóxico para las abejas.

Pruebas de túnel simulando condiciones de uso en campo no han detectado que Isoclast™ active presente impacto significativo en el desarrollo de las crías ni en la supervivencia de los enjambres de abejas. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) no identificó ninguna área crítica de preocupación para la inclusión de Isoclast™ active en el Annex I bajo las normas del Reg 1107/2009, en 18/08/2015. No se esperan efectos en enjambres de abejas a las dosis de registro en Europa (EU), evitando la exposición directa de las abejas al tratamiento con Isoclast™ active (conclusión del país rapporteur para la zona Sur, Unión Europea –zRMS-).

Concluyendo, Isoclast™ active presenta toxicidad aguda para polinizadores en condiciones de laboratorio. Sin embargo, en condiciones de campo, no se esperan efectos dañinos en enjambres de abejas siguiendo las instrucciones de la etiqueta. El riesgo de uso de Isoclast™ active para polinizadores es fácilmente manejable por el agricultor evitando, simplemente, la exposición directa de los polinizadores a las gotas del tratamiento. Isoclast™ active ha sido utilizado en más de 40 países durante las últimas campañas, tratando millones de hectáreas de cultivo y no se han reportado daños significativos en abejas ni enjambres en este periodo.

**FAUNA AUXILIAR**

Familia	Clasif. OILB	Artrópodo beneficioso	Ensayos	Tipo	Exposición	Dosis (gai/ha)	Notas
Phytoseiidae	1-2	<i>Amblyseius andersoni</i>	3	C	Tópica	24-48	
	1	<i>Amblyseius cucumeris</i>	1	Lab	Residuo fresco	24-48	Adultos
	1	<i>Amblyseius swirskii</i>	5	I	Tópica	24	LAB (48 gai/ha)-OILB Clas: 1
	1	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	2	Lab	Residuo fresco	24-48	
	1	<i>Typhlodromus pyri</i>	5	C	Tópica	24-48	LAB (48 gai/ha)-OILB Clas: 1
Coccinellidae	2-3	<i>Chilocorus bipustulatus</i>	1	C	Tópica	108	
	1	<i>Coccinella septempunctata</i>	1	Lab	Residuo seco	96	
	2	<i>Scymnus spp.</i>	1	C	Tópica	24	
Chrysopidae	1	<i>Chrysoperla carnea</i>	2	Lab	Residuo fresco	24-48	Larvas
Miridae	2	<i>Deraeocoris spp.</i>	1	C	Tópica	24	
	2	<i>Heterotoma spp.</i>	1	C	Tópica	24	
	2	<i>Malacoris spp.</i>	1	C	Tópica	24	
	2	<i>Pilophorus spp.</i>	1	C	Tópica	24	
	1	<i>Macrolophus caliginosus</i>	1	Lab	Residuo fresco	24-48	Adultos
Anthocoridae	2	<i>Macrolophus caliginosus</i>	1	C	Tópica	24	
	1-2	<i>Anthocoris nemoralis</i>	1	C	Tópica	24-48	Adultos
	2-3	<i>Anthocoris nemoralis</i>	1	C	Tópica	24-36	Larvas
	1	<i>Orius laevigatus</i>	1	Lab	Residuo fresco	24-48	
Aphelinidae	1	<i>Orius laevigatus</i>	1	I	Residuo seco	24	Suelta 3 días después aplic.
	2	<i>Aphytis melinus</i>	1	Lab Ext.	Residuo seco	24-48	Adultos

C: Campo; Lab: Laboratorio; I: Invernadero. Observación: Campo e invernadero, 2-7 días tras la aplicación; Laboratorio, 1-7 días de exposición; LAB Ext. 7 días tras la aplicación. Fuente: Base de datos de Dow AgroSciences (51 ensayos internos y 8 publicaciones)

Tabla 3.- Compatibilidad de Isoclast™ active con artrópodos beneficiosos.



Isoclast™ active tiene un excelente encaje en Programas de Producción Integrada debido a su bajo impacto en fauna auxiliar, especialmente en artrópodos depredadores como pueden ser fitoséidos, coccinélidos o neurópteros.

## ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Los insectos chupadores se encuentran entre las plagas más destructivas del mundo para la agricultura, causando importantes daños en todo tipo de cultivos, especialmente cítricos, frutales y hortalizas. El manejo de insectos plaga chupadores requiere frecuentemente de tácticas de control intensivas, incluyendo el uso de insecticidas. Como consecuencia, las poblaciones de insectos plaga chupadores han desarrollado resistencia a muchos compuestos dentro de un gran rango de modos de acción de insecticidas. La eficacia de Isoclast™ active y su novedoso mecanismo de acción hacen del mismo una herramienta clave para el control de insectos plaga chupadores económicamente importantes y un muy útil elemento en esquemas de rotación dentro de programas de manejo de resistencias.

Isoclast™ active ha recibido autorización de registro para su uso en España contra pulgones, moscas blancas y cochinillas en cultivos tales como cítricos (naranja, mandarina, limón y pomelo), frutales (cerezo, melocotón, nectarina y sus variedades, manzano y peral), hortalizas (cucurbitáceas, berenjena, pimiento, tomate, lechuga, espinaca, brécol, coliflor, col china, repollos) y ornamentales. Se espera en breve obtener autorizaciones de uso para fresa, alcachofa y vid contra plagas de pulgones, cochinillas y cicadélidos.

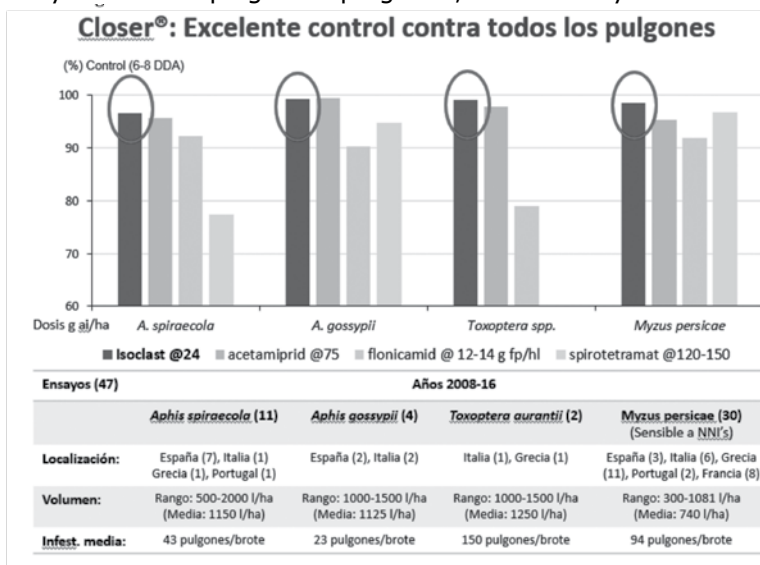


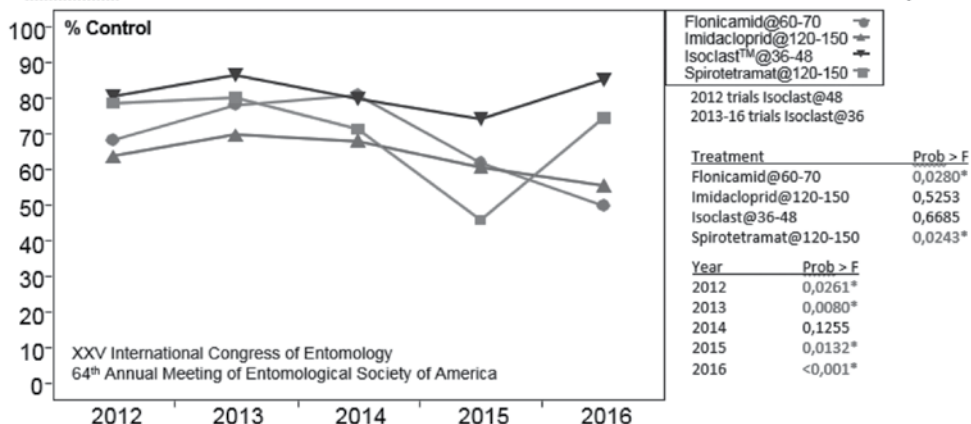
Gráfico 3.- Isoclast™ active: control de todo tipo de pulgones en cítricos. Corteva Agrisciences datos internos



Isoclast™ active presenta excelente eficacia, gran efecto de choque y buena acción residual contra todo tipo de pulgones controlando además moscas blancas, cochinillas y cicadélidos. Isoclast™ active posee actividad por contacto e ingestión y movimiento translaminar y sistémico dentro de la planta. Por todo lo anterior, Isoclast™ active ofrece al agricultor una óptima protección de su cultivo. Además su gran efecto de choque y el rápido cese de la alimentación que provoca en las plagas objetivo disminuye las probabilidades de transmisión de virosis en los cultivos protegidos con Isoclast™ active (Mezei et al. 2017).

Isoclast™ active usado en melocotón contra poblaciones resistentes de *Myzus persicae* a neonicotinoides (resistencia metabólica y de sitio de acción –R81T-) ha demostrado ser más eficaz y con resultados más estables en el tiempo que las materias activas existentes actualmente en el mercado (Torné et al. 2017).

Isoclast: herramienta más eficaz con resultados más estables en el tiempo



Eficacia media ("todas" las observaciones juntas): 24 ensayos – España (20), Francia (2), Italia (2) -  
 Aplicación "peor situación" posible: tratamiento "curativo", alta infestación  
*Myzus persicae* resistente: resistencia "target site" (R81T) y/o metabólica (P450)

Grafico 4.- Control de *Myzus persicae* resistente a neonicotinoides en melocotón. (Torné et al. 2017)

**CONCLUSIÓN.**

Isoclast™ active, nuevo e innovador insecticida, completa las cada vez más escasas herramientas para el manejo de plagas críticas en producciones clave para el consumidor europeo (cítricos, frutales, hortalizas).

Isoclast™ active obtuvo el "R&D 100 Award, 2014", premios que reconocen a nivel internacional las innovaciones tecnológicas con mayor impacto solucionando problemas actuales. Estos premios son reconocidos ampliamente como

los "Oscars of Invention" y en ellos los jueces toman en consideración no sólo la innovación tecnológica sino también su posibilidad de aplicación con éxito, su disponibilidad, asequibilidad y sus efectos positivos a corto plazo.

Isoclast™ active, insecticida altamente eficaz para el control de insectos chupadores y valiosa herramienta para rotar en estrategias anti-resistencias, ayuda a mejorar la productividad de nuestro sistema agrícola, afrontando el reto de producir más alimentos usando menos recursos naturales y teniendo como objetivo el facilitar una alimentación segura, suficiente y sostenible para todos.

## REFERENCIAS:

Dow AgroSciences. 2103. Isoclast™ active: Technical Bulletin.

Sparks, T.C., Loso, M.R., Watson, G.B., Wang, N.X., Buysse, A.M., Nugent, B.M., Kramer, V., Gomez, L.E.. 2016. The sulfoximine insecticides: Sulfoxaflor.

Cutler, P., Slater, R., Edmunds, A.J.F., Maienfisch, P., Hall, R.G., Earley, F.G.P., Pitterna, T., Pal, S., Paul, V.-L., Goodchild, J., Blacker, M., Hagmann, L., Crossthwaite, A.J. (2013) *Pest Manag. Sci.* 69, 607-619.

Watson, G. B., M. R. Loso, J. M. Babcock, J. M. Hasler, T. J. Letherer, C. D. Young, Y. Zhu, J. E. Casida, and T. C. Sparks. 2011. Novel nicotinic action of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 41: 432–439.

Sparks, T.C., Watson, G.B., Loso, M.R., Geng, C., Babcock, J.M., Thomas, J.D. (2013) Sulfoxaflor and sulfoximine insecticides: Chemistry, mode of action and basis for efficacy on resistant insects. *Pestic. Biochem. Physiol.* 107, 1-7.

Garzo, E., Moreno, A., Hernando, S., Mariño, V., Torne, M., Santamaría, E., Díaz, I., Ferreres, A.. 2015. *Pest Management Sciences*. (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.4041

Mezei, I., Gomez, L.E., Abad R.. Isoclast™ active a new tool for managing virus vectors and virus transmission. Hemipteran-Plant Interaction Symposium. (HPIS). Madrid 2017.

Torné, M., Gomez, L.E., Mezei, I., Yi, J.H., Abad, R., Bielza, P., Ferreres, A.. XXV International Congress of Entomology 64th Annual Meeting of Entomological Society of America. Orlando 2017.



## **FMC AGRICULTURAL SOLUTIONS, CORAGEN®20SC Y EXPLICIT® 150EC, SOLUCIONES PARA EL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN ALGODÓN Y TOMATE.**

FMC Agricultural Solutions es una empresa global y líder tecnológica de primer nivel especializada en Agricultura desde hace más de un siglo, cuya visión se basa en el Crecimiento, la Innovación y el Enfoque en los Clientes. La inversión anual en I+D (8% de la facturación) para el desarrollo de nuevas soluciones permite extraer el máximo rendimiento a los 23 centros de I+D que FMC Agricultural Solutions tiene repartidos en zonas estratégicas a nivel global, y de la cartera de más de 1,8 millones de moléculas susceptibles de ser empleadas para uso agrícola.

El equipo de FMC Agricultural Solutions tiene como objetivo dar respuesta a las necesidades de sus clientes, así como proporcionar un mayor número de opciones a los agricultores, ofreciendo y desarrollando soluciones sostenibles, innovadoras y diferenciadas, que ayuden a proteger eficazmente los cultivos. La finalidad principal es la de poder maximizar el potencial de cada hectárea cultivada y producir cosechas más abundantes y de mayor calidad, que permitan alimentar a una población mundial en constante crecimiento.

En España tenemos una gran diversidad de cultivos, muchos de ellos de alto valor, en los últimos años se ha producido una especialización en determinados cultivos, siendo el algodón y el tomate de industria uno de los que han centrado nuestros esfuerzos, debido, entre otros motivos, al alto valor de los mismo tanto desde un punto de vista económico, como social en zonas como Sevilla, Badajoz, Cádiz...

A pesar de la gran importancia económica y social de estos cultivos, en los últimos años estamos observando una drástica reducción en la cantidad de materias activas disponibles para ser utilizadas en la solución de plagas y enfermedades que dañan los mismos.

Hoy en día nos encontramos en un marco de una agricultura profesional y moderna, donde los técnicos responsables de la gestión de las fincas deciden cuándo, cómo y con qué tratar los cultivos, justificando el tratamiento en base a un umbral económico de daño. Estando la gestión integrada de plagas establecida y respetada en todas las explotaciones modernas y profesionales.

En esta zona la disponibilidad de tierra con dotación de agua para el cultivo es cada año más limitada, por lo que el objetivo de los agricultores es claro; conseguir la máxima cantidad y calidad en sus producciones, minimizando

de esta forma sus gastos y optimizando sus rendimientos, “producir más con menos”.

A su vez, en estos cultivos al aire libre, cada vez más, se valora el trabajo desempeñado de manera natural por los insectos beneficiosos, que de manera natural se encuentran o aparecen en determinados momentos, los cuales nos ayudan a mantener bajo control determinadas plagas, evitándonos de esa manera tener que tratar contra las mismas y poder así ahorrar costes en tratamientos fitosanitarios para combatirlas. El uso de materias activas específicas contra las plagas que nos preocupan y que sean selectivas de la fauna auxiliar han sido, y son, pilar fundamental para poder llevar nuestros cultivos de manera adecuada.

Sin embargo, la proliferación de plagas emergentes en estos cultivos, como por ejemplo chinches, nos hace recurrir de manera inmediata a productos de amplio espectro para intentar minimizar sus daños. Hoy en día los productos a base de organofosforados están en desuso y prohibidos en estos cultivos, por lo que los agricultores recurren a productos similares y de coste parecido, como son los piretroides. Al emplearlos podemos observar cómo se produce una proliferación de las poblaciones de ácaros de manera descontrolada, al eliminar las poblaciones de fauna auxiliar existentes en los mismos.

Vemos pues como producir hoy en día es bastante complicado, al intervenir múltiples factores que van a afectar en las distintas explotaciones. Actualmente es fundamental tener clara una estrategia de cultivo a nivel regional, en base a estados vegetativos para, de esa manera, utilizar las herramientas disponibles de manera adecuada y poder hacer un uso sostenible de las mismas, de esta manera podremos garantizar la eficacia a lo largo de los años. La disminución y restricción de materias activas autorizadas en los cultivos nos lleva, a veces, a realizar un uso abusivo de una misma materia activa, lo cual acelera el proceso de aparición de resistencias en distintas poblaciones de insectos.

En FMC Agricultural Solutions disponemos de dos materias activas que encajan perfectamente en el manejo integrado de plagas, tanto para el algodón como para el tomate. Siendo herramientas con un claro posicionamiento para lograr preservar su eficacia de control en el tiempo; Indoxacarb (Explicit®150EC) y Rynaxypyr (Coragen®20SC).

### **EXPLICIT®150EC.**

Explicit® 150EC, a base de Indoxacarb perteneciente al modo de acción 22A del IRAC, es un insecticida no volátil, con elevada lipofilidad, que permite una fuerte fijación a la superficie foliar y substratos cerosos de las plantas. A diferencia de otros insecticidas Explicit®150EC tiene una alta estabilidad en condiciones de temperatura extrema y gran luminosidad, lo que le hace ser una excelente opción para ser utilizado en nuestros cultivos.

Indoxacarb es una materia activa que controla de manera eficaz lepidópteros (gusanos) además de otros órdenes de insectos, cada vez más prolíficos en nuestros cultivos. En la tabla adjunta vemos los diferentes registros de Indoxacarb a nivel mundial para el control de diferentes órdenes de insectos:

Spectrum of Insects Pests Controlled by Indoxacarb and Range of Indoxacarb Rates for Control<sup>1</sup>

Global Field Use Rate Range <sup>2</sup>	Insect Orders	Selected Insect Families <sup>3</sup>	Selected Representative Genera <sup>4</sup>	
40-125 g ai/ha	Lepidoptera	Arctiidae	Estigmene	
		Crambidae	Diaphania, Hellula, Desmia, Herpetogramma, Loxostege, Pyrausta, Maruca, Neoleucinodes, Cnaphalocrocis	
		Gelechiidae	Phthorimaea, Keiferia, Anarsia, Tuta	
		Geometridae	Operophtera	
		Gracillariidae	Phyllonorycter, Phyllocnistis	
		Hesperiidae	Lerodea	
		Lasiocampidae	Malacosoma	
		Lymantriidae	Lymantra	
		Noctuidae	Heliothines, Sodeptera, Trichoplusia, Agrotis, Autographa, Alabama, Lithophane, Pseudoplusia, Mamestra, Chrysodeixis, Orthosia, Earias, Plusia, Diparopsis, Mythimma, Sylepta, Thaumetoepea	
			Plutellidae	Plutella
			Pieridae	Pieris, Colias
			Pyralidae	Hyphantria, Hellula, Maruca, Ostrinia
			Sphingidae	Manduca
	Tortricidae	Capua, Lobesia, Endopiza, Cydia, Grapholita, Epiphyas, Cnephasia, Argyrotaenia, Platynota, Eupoecillia, Sparganothis, Archips, Pandemis, Sasemia, Adoxophyes, Diparopsis		
	Zygaenidae	Harrisina, Archips		
40-125 g ai/ha	Coleoptera	Anobiidae	Lasioderma	
		Chrysomellidae	Diabrotica, Leptinotarsa, Chaetocnema	
		Curculionidae	Hypera, Cryptophlabes Anthonomus, Conotrachelus, Sitophilus, Phyllobius, Curculio, Diaprepes, Peritelus	
		Tenebrionidae	Rhizopertha	
0.05-1% ai	Hymenoptera	Formicidae	Linepithemia, Camponotus, Solenopsis, Monomorium, Lasius, Atta	
		Diprionidae	Hoplocampa	
75-125 g ai/ha	Hemiptera	Miridae	Lygus, Pseudatomoscelis, Creontiades, Tydia	
40-125 g ai/ha	Homoptera	Cicadellidae	Empoasca, Typhlocyba, Erythroneura, Scaphoideus	
50-100 g ai/ha	Orthoptera	Acrididae	Schistocerca, Locusta	
		Gryllotalpidae	Scapteriscus	
0.1 – 1% ai	Blattaria	Blatellidae	Blatella, Supella	
		Blattidae	Periplaneta, Blatta	
50-125 g ai/ha 0.01 – 0.1% ai 0.01 – 0.1% ai 75-125 g ai/ha	Diptera	Agromyzidae	Liriomyza	
		Culicidae	Anopheles	
		Muscidae	Musca	
		Tephritidae	Rhagoletis	
009-0.5 %	Isoptera	Rhinotermitidae	Reticulitermes	
0.1-1%	Thysanura	Lepismatidae	Lepisma	

En FMC Agricultural Solutions trabajamos para ampliar el uso de Indoxacarb a otras plagas y cultivos a nivel local, por lo que el registro del mismo puede ir variando a lo largo de los próximos meses.

Explicit® 150EC actúa por ingestión, al alimentarse las orugas de los órganos vegetales tratados. Además, posee una interesante actividad por contacto, que tiene lugar cuando las orugas se desplazan por encima del residuo seco tras la aplicación, penetrando el ingrediente activo en el interior del mismo.

Indoxacarb presenta un perfil respetuoso con la fauna auxiliar, con bajo impacto sobre depredadores aéreos como coccinélidos, ácaros predadores, antocóridos (*Orius laevigatus*) o sírfidos, por lo que cumple con el perfil para estar incluido en el listado de productos aptos para usar en gestión integrada de plagas tanto de algodón como de tomate.

La formulación de Explicit®150EC es única, a base de un isómero activo 100% a base de indoxacarb, se formula en una emulsión, donde se disuelve el ingrediente activo en aceite de semilla metilado, añadiéndole un surfactante al formulado para mejorar de esta forma la cubrición de los cultivos. Al ser una emulsión no hay necesidad de agitar el producto antes de su uso, ya que no se forman depósitos ni precipitados.

PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	COMPOSICIÓN ENANTIOMERICA	
		Isómero activo	Isómero Inactivo
Steward® 30WG	Indoxacarb	75%	25%
Avaunt® 150EC	Indoxacarb (puro)	100%	0%

Gracias al aceite metilado de semillas presente en su formulación, Explicit® 150EC tiene efecto translaminar en el cultivo, controlando eficazmente las plagas que se esconden en el envés de las hojas, o las que se desarrollan en el mesófilo (como *Tuta absoluta*), sin necesidad de aumentar las dosis de uso o añadir aceite.

Para el cultivo de algodón, recomendamos su uso en la primera generación de *Helicoverpa armigera*, realizando la aplicación con las primeras presencias de larvas neonatas en el cultivo. La elevada eficacia y la selectividad sobre los insectos auxiliares nos permitirá pasar a los siguientes estadios con el cultivo sano y protegido, habiendo además respetado la fauna auxiliar presente en el mismo.

## **CORAGEN®20SC**

Sin duda alguna, una de las herramientas más apreciadas y reconocidas para el control de lepidópteros en los cultivos de algodón y tomate.

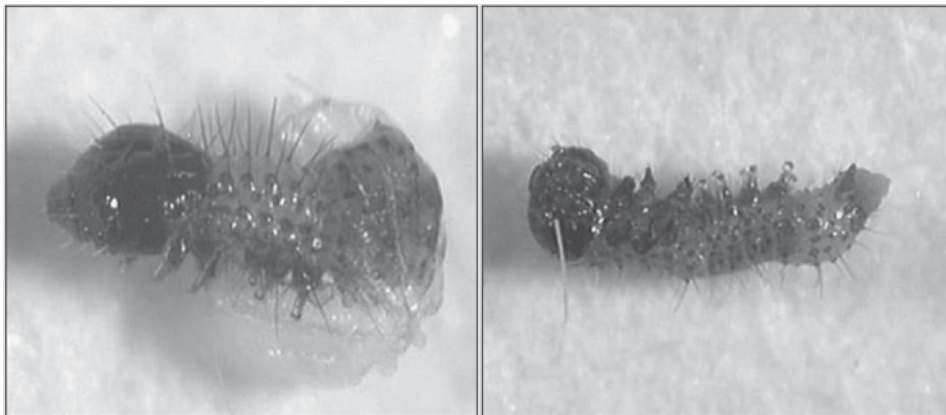
Formulado a base de Rynaxypyr™ (Clorantraniliprol®), pertenece al grupo 28 del modo de acción insecticida del IRAC (Diamidas antranílicas).

Coragen®20SC es el insecticida que ha revolucionado la protección de cultivos desde su lanzamiento hasta hoy, ya que su novedoso modo de acción es completamente diferente al de los insecticidas existentes en el mercado (inhibidores de la síntesis de quitina y neurotóxicos), Rynaxypyr® actúa en el sistema muscular de los insectos, provocando la inmediata relajación de los músculos, impidiendo su contracción. Este nuevo modo de acción se caracteriza por un rápido cese de la alimentación del insecto, provocándole una letargia general que finalmente provoca su muerte. Además de su novedoso modo de acción, su baja toxicología para mamíferos lo hace ser una herramienta indispensable para proteger nuestros cultivos, ya que Rynaxypyr™ (Clorantraniliprol®) no tiene dosis aguda de referencia, siendo sus parámetros toxicológicos (DL50 oral y dermal) los más favorables del mercado.

Cuando hablamos de control de lepidópteros (gusanos), Rynaxypyr™ nos viene rápidamente a la mente, ya que el efecto de cese de la alimentación sucede apenas unos minutos después de la ingesta de material vegetal tratado con Rynaxypyr®, protegiendo inmediatamente el cultivo.

Rynaxypyr™ tiene actividad principalmente por ingestión, no obstante, el efecto de contacto es significativo, por lo que, en campo, el efecto combinado de ambos nos da esa consistente eficacia reconocida por el sector, en la protección de nuestros cultivos.

Rynaxypyr™ controla todo tipo de estadios de orugas, aunque nuestra recomendación en campo siempre será al inicio de la curva de vuelo, para conseguir un resultado eficaz y consistente (a inicio de ovoposición o presencia de primeras larvas neonatas).



Actividad ovi-larvicida de Rynaxypyr® a 7.5 g ai/100 L. La larva neonata se expone a los residuos de la parte externa de la membrana del huevo y muere rápidamente.



Coragen®20SC tiene control ovolarvicida de *Helicoverpa armígera*, esto es, cuando hacemos el tratamiento con los huevos puestos en el cultivo. El gusano al eclosionar, come el corion que lo protege, y si éste ha estado expuesto al tratamiento de Rynaxypyr™ la larva no será capaz de salir del mismo, ahora bien, aquellas larvas neonatas que al eclosionar salen del huevo (no tratado directamente) estarán expuestas al residuo seco y a la ingestión de material vegetal tratado con Rynaxypyr® por lo que al alimentarse dejarán de comer inmediatamente.

Coragen®20SC además tiene un efecto translaminar en los tejidos vegetales a través de las células de la epidermis del tallo y, una redistribución local a las zonas activas de crecimiento (redistribución a través del flujo del xilema), llegando a moverse a partes del follaje no tratado. La adición de aceites de semilla metilados mejora considerablemente ese efecto.

Rynaxypyr™ no solo es eficaz contra las plagas, sino que además es reconocido por entidades independientes (IPM Impact o la OILB) por ser muy respetuoso con los insectos auxiliares, que bien soltamos artificialmente en nuestros cultivos, o bien aparecen espontáneamente en los mismos. Utilizando Coragen®20SC no solo controlamos las plagas, sino que los insectos beneficiosos proliferan en los mismos controlando otros insectos de importancia agronómica.

Desde FMC Agricultural Solutions continuamos investigando activamente para ampliar el conocimiento del uso de Coragen®20SC en el cultivo de algodón, para poder ser empleado en el control de otros gusanos, como puede ser el caso de *Earias insulana*.

Ensayos realizados en la zona de Sevilla muestran un control significativo de Coragen®20SC contra *Earias insulana* cuando se aplica sólo, pero, sobre todo, cuando se añade un mojante al mismo.

TRATAMIENTO	14 DDA		
	% Botones dañados	% Cápsulas dañadas	% Eficacia cápsulas dañadas
TESTIGO	31	48,5	
Coragen 20SC(0.2 l/ha)	19	28,5	41,2
IRAC 1A (1.25 l/ha)	34,5	34	29,8
IRAC 1A (1 kg/ha)	48,5	37	23,7
IRAC 3A (300 ml/ha)	54,5	37	23,7
Coragen 0,2 l/ha+ Ditene 0,3 l/ha	20,5	19,5	59,8

TRATAMIENTO	21 DAA	
	% Cápsulas dañadas	%Eficacia cápsulas dañadas
TESTIGO	58,5	--
Coragen 20SC(0.2 l/ha)	36	38,5
IRAC 1A (1.25 l/ha)	58,5	0
IRAC 1A (1 kg/ha)	64,5	0
IRAC 3A (300 ml/ha)	55	6
Coragen 0,2 l/ha+Ditene 0,3 l/ha	25	57,3

Resultados : Conteo 50 cápsulas por punto de evaluación. No se cuentan botones a 21 DAA ya que no son significativos en el estado de desarrollo de las evaluaciones ; asimismo no se cuentan larvas ya que pueden enmascarar las evaluaciones al no estar siempre presente en las cápsulas dañadas.

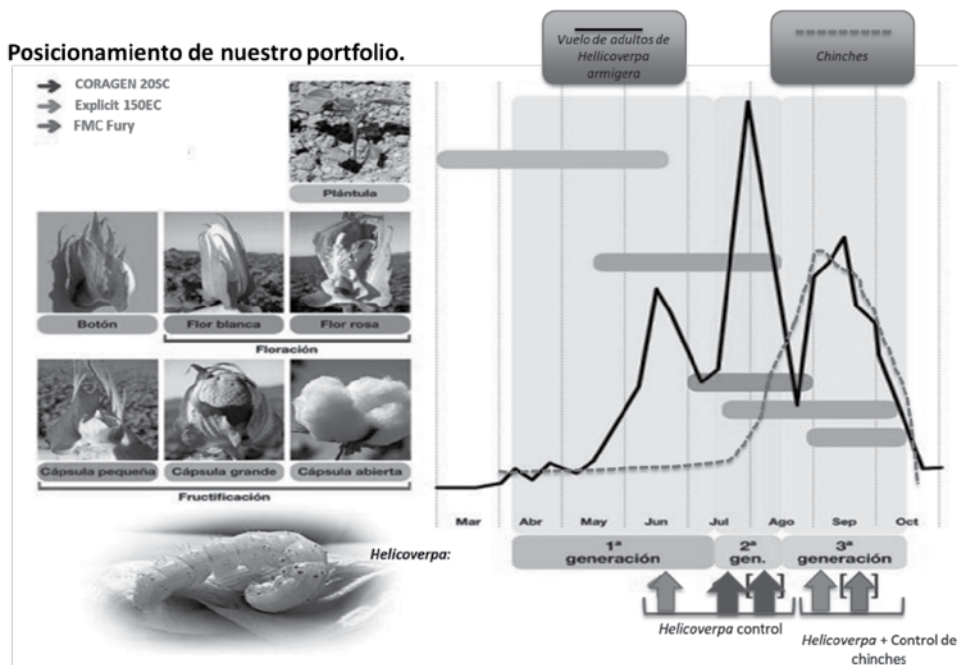
FMC Agricultural Solutions tiene un posicionamiento del portfolio del algodón claro:

En primera y segunda generación, donde el respeto por la fauna auxiliar es fundamental en el sistema de producción integrada, el uso de piretroides no es "aceptado" ni "usado" ya que provoca el incremento de poblaciones de araña, por lo que:

- En 1ª generación de *Helicoverpa armigera* posicionamos Explicit® 150EC (1 aplicación normalmente si el vuelo es corto). Control de *Helicoverpa* y respetuoso de la fauna auxiliar.
- En 2ª generación de *Helicoverpa armigera* es donde posicionamos Coragen® 20SC (1 ó 2 aplicaciones según la duración de la curva de vuelo). Alta eficacia de control y persistencia contra *Helicoverpa* y respetuoso con la fauna auxiliar.
- En 3ª generación de *Helicoverpa*, con presencia de gusano rosado es donde posicionaremos Fury® a base de Zetacipermetrina®, y en caso de alta presencia de *Helicoverpa* y chinches (*Lygus*, *Nezara*, *Creontia*...) lo mezclaríamos con Explicit® 150EC.

Coragen®20SC : Dosis 175-200cc/ha. 2 aplicaciones autorizadas por cultivo y año.

Explicit®150EC: Dosis 250cc/ha. 3 aplicaciones autorizadas por cultivo y año.



## **MANEJO DE RESISTENCIAS.**

Como ya es bien sabido por todos, la rotación razonada de productos con diferentes modos de acción debe convertirse en una práctica habitual en el manejo integrado de plagas, para de esta forma retrasar la aparición del fenómeno natural de resistencias.

En los cultivos de algodón y tomate, los agricultores cuentan con 4 modos de acción de media/alta eficacia contra gusanos, siendo los productos a base de Indoxacarb y Rynaxypyr® dos de ellos.

La rotación de materias activas, junto con la implementación de otras estrategias de manejo integrado de plagas, contribuyen a romper la selección de alelos de resistencia para evitar la fijación de fenotipos homocigóticos resistentes. La aparición de resistencias se ve disminuida a través de una alternancia de modos de acción diferentes en los cultivos.

Un mal uso de los productos del grupo 28 (Diamidas antranílicas) puede poner en peligro la eficacia de los productos a base de activos pertenecientes a este grupo. Ahora bien, si seguimos una recomendación de uso adecuada de diamidas, nos permitirá garantizar la sostenibilidad del uso de las mismas en el futuro, por lo que los nuevos ingredientes activos pertenecientes a la familia de las diamidas vendrán al mercado, controlando plagas chupadoras (trips, pulgones, mosca blanca...) y masticadoras (lepidópteros) eficazmente.

Para las diamidas los principios básicos de uso son:

No aplicar el mismo modo de acción en la siguiente ventana, debemos de evitar volver a aplicar el mismo modo de acción insecticida en generaciones consecutivas de la plaga.

Respetar el número máximo de aplicaciones autorizadas en el cultivo.

Realizar la aplicación tal y como viene en la etiqueta (aplicación foliar).

Uso de ventanas activas de tratamiento (30 días): Una vez hemos aplicado un producto a base de diamidas (Coragen®20SC por ejemplo), tenemos un periodo de 30 días para repetir la aplicación del mismo si es necesario. Una vez hemos hecho la última aplicación con diamidas (desde la primera o segunda aplicación dentro de esa ventana de 30 días), dejaremos 60 días sin tratar con productos del grupo 28, dejando así una generación sin estar expuesta al mismo modo de acción.

Todo este interés en hacer un buen uso de las diamidas permitirá a FMC Agricultural solutions poner a disposición de los productores de algodón y tomate una nueva herramienta de alta eficacia insecticida, para de esta forma controlar un espectro cruzado de plagas chupadoras y masticadoras, muy respetuosa de la fauna auxiliar y con un buen perfil toxicológico y medioambiental: Cyazypyr™ (Ciantraniliprol®), segunda diamida antranílica de FMC, y la pri-

mera para controlar un espectro cruzado de plagas masticadoras y chupadoras en el cultivo de algodón y tomate de industria, selectiva de la principal fauna auxiliar y con un favorable perfil medioambiental y toxicológico.

FMC Agricultural solutions, Cyazypyr™ (Ciantraniliprol), el futuro en el cultivo de algodón y del tomate de industria.



# POSEIDON® (PIRIDABEN 10% SC), ÓPTIMA DECISIÓN EN CÍTRICOS.

**Juan José Prats Mahiques**

*Product Manager; Departamento Marketing*



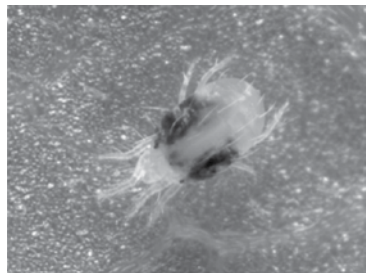
Piridaben es una materia activa perteneciente al grupo de las Piridazinonas (acaricidas METI), descubierta y desarrollada por Nissan Chemical Corporation, y comercializada en España por Kenogard S.A. Ahora, se presenta al mercado con una nueva formulación: 10% SC.

Poseidon® es un formulado acaricida-insecticida a base de Piridaben al 10% en forma de suspensión concentrada (SC) y que a través de Kenogard S.A. se pone a disposición del agricultor para la protección de sus cultivos, ayudándole a obtener una producción de alta calidad. Es seguro para los usuarios, con un plazo de seguridad corto, y con un perfil de residuos que lo hace adecuado para cumplir con los requisitos de los mercados y clientes más exigentes.

Poseidon® es un producto acaricida-insecticida con doble acción sobre ácaros de diversos géneros (Tetranychus, Panonychus, Eotetranychus,...) y moscas blancas (Aleurothrixus, Dialeurodes, Paraleyrodes,...), especialmente sobre formas móviles.

## INTRODUCCIÓN

Los ácaros fitófagos son una plaga habitual sobre los cítricos. Se alimentan de cualquier parte del cultivo, a excepción de las raíces. El secado de órganos, así como la disminución de vigor, pueden afectar de forma importante al valor de la cosecha, tanto por la menor productividad del cultivo como

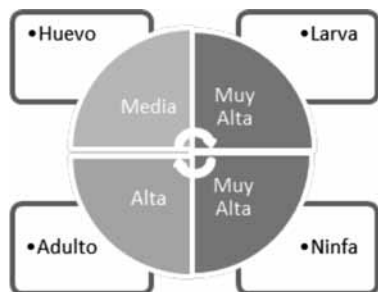


por los daños por picaduras sobre frutos, que los hacen no comercializables. Para un correcto control y manejo de la plaga, es necesario el uso de productos acaricidas como Poseidon®, que ofrece una excelente eficacia sobre los ácaros fitófagos.

Las moscas blancas (Aleuróridos) son hemípteros plaga de los cítricos, que se instalan en las brotaciones de los árboles, y que producen da-

ños tanto por la absorción de savia como sobre todo por las abundantes secreciones que generan algunas de ellas sobre hojas y frutos.

## MODO Y ESPECTRO DE ACCIÓN



Poseidon® es activo principalmente sobre todos los estados móviles (larvas, ninfas y adultos) de los ácaros y moscas blancas. Es un producto de contacto, y no tiene acción sistémica ni translaminar. Los individuos que han sido tratados o han entrado en contacto con el producto, a las 2 horas cesan de alimentarse, y a los pocos días se producirá su muerte.



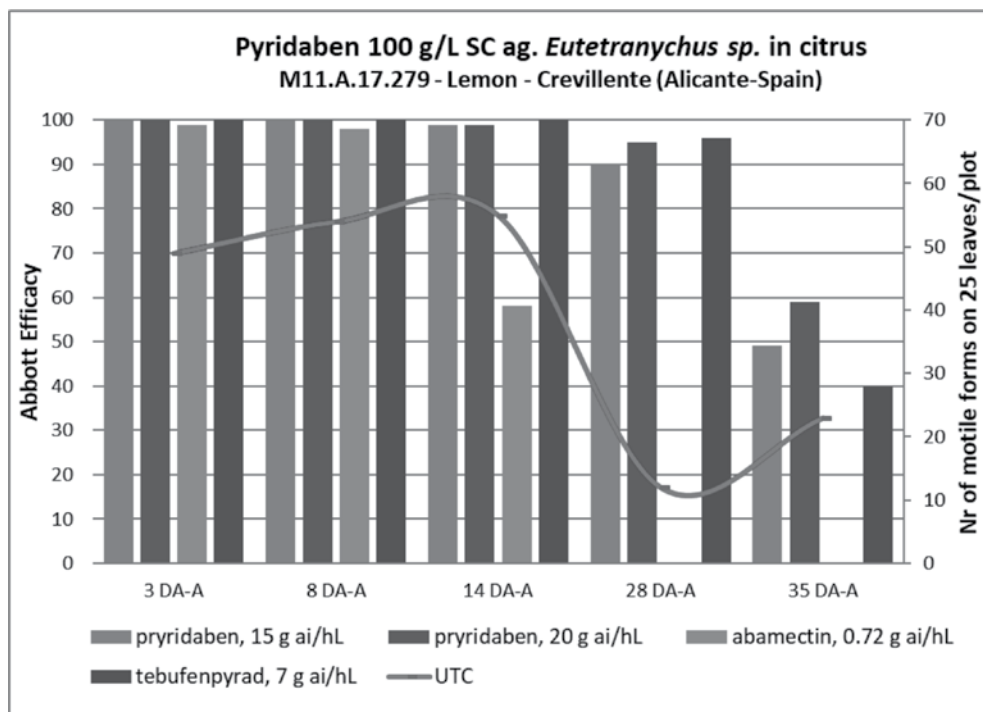
Actividad biológica contra diferentes estados

Poseidon® es eficaz contra ácaros tetraníquidos, particularmente contra: *Tetranychus urticae*, *Panonychus citri*, *Eutetranychus banksi*, *Eutetranychus orientalis*. También actúa eficazmente contra moscas blancas (*Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Paraleyrodes minei*,...).

## CARACTERÍSTICAS Y APLICACIÓN.

Poseidon® es un acaricida-insecticida de contacto, no presentando actividad sistémica ni translaminar. Las condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa e iluminación, no influyen sobre su eficacia. Presenta una actividad biológica persistente, prolongando la protección del cultivo. Se recomienda que el pH del caldo de aplicación esté ente 5 y 7. Es importante realizar una correcta y uniforme aplicación sobre la vegetación para obtener los mejores resultados de eficacia. Para ello es conveniente utilizar equipos de aplicación correctamente calibrados, así como utilizar unos volúmenes de agua adecuados para conseguir una completa cobertura de todas las partes del cultivo.

Poseidon® manifiesta una buena resistencia al lavado. Una lluvia después de 2 horas de su aplicación, no disminuye la eficacia del tratamiento.



## REGISTRO.

La sustancia activa Piridaben está incluida en el Anejo I desde diciembre de 2010. Poseidon® está autorizado en España para su uso en cítricos al aire libre, y ornamentales de flor en invernadero. Otros formulados a base de Piridaben están registrados y se comercializan en: Francia, Holanda, Italia,... para éstos y otros cultivos como tomate, berenjena, pimiento, pepino, calabacín,...

Los usos actualmente autorizados en España son:

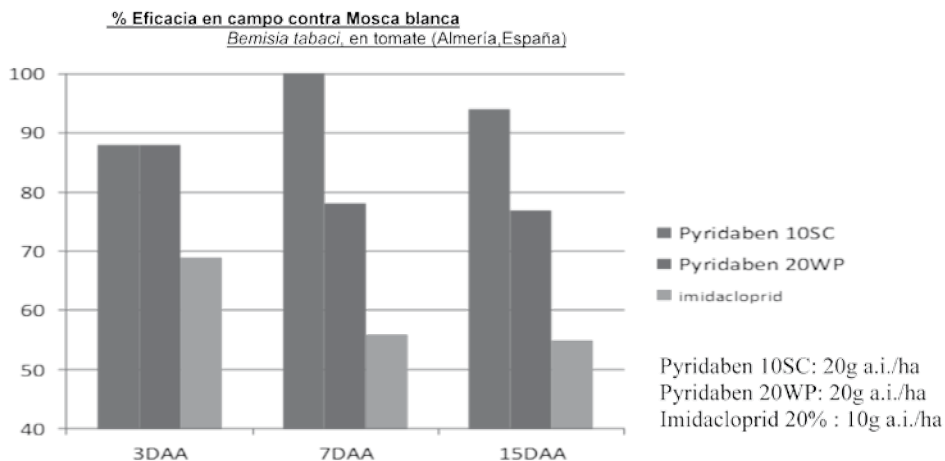
Cítricos, contra Ácaros tetraníquidos y Mosca Blanca, a 150-200 ml/hl, volumen de caldo: 1.500-2.000 lt/ha, con 1 aplicación anual desde BBCH 69 (caída de pétalos) hasta 83 (maduración), y plazo de seguridad de 14 días.

Cultivos Ornamentales de Flor en invernadero, contra Ácaros tetraníquidos, a 140 ml/hl, volumen de caldo: 500-1.400 lt/ha, con 1 aplicación anual, y sin plazo de seguridad (NP).

## VENTAJAS Y CONCLUSIONES

Poseidon® se presenta con una nueva formulación 10% SC, que mejora la eficacia y persistencia frente anteriores formulaciones de Piridaben. Proporciona mayor comodidad en su dosificación y manejo.





Poseidon® puede desarrollar doble acción y una excelente eficacia sobre ácaros tetraníquidos y moscas blancas. Posee un gran espectro de acción. Actúa rápidamente, inhibiendo la actividad alimenticia de los ácaros desde las primeras horas.

- Poseidon® es una herramienta excelente para programas de manejo de resistencias. Indicado para programas IPM.
- Poseidon® es respetuoso sobre el cultivo.
- Poseidon® posee una adecuada persistencia y resistencia al lavado.
- Poseidon® está compuesto por una sola materia activa (Piridaben) reduciendo así el número de posibles residuos sobre el cultivo.
- Poseidon® tiene un plazo de seguridad de 14 días en cítricos.



# CARNADINE: EFICACIA SELECTIVA

**Joan Joaquim Porqueres**

*Director Técnico NUFARM ESPAÑA, S.A.*

## 1. INTRODUCCIÓN

CARNADINE® es un insecticida de amplio espectro para el control de insectos chupadores y masticadores como los coleópteros (escarabajo de la patata), dípteros (moscas), hemípteros (mosca blanca, cicadélidos), homópteros (pulgonos, cochinillas) y lepidópteros. Está compuesto por la sustancia activa acetamiprid.

Actualmente sólo hay cinco neonicotinoides registrados en el Registro de Productos Fitosanitarios (RPF): acetamiprid, clotianidina, imidacloprid, tiacloprid y tiametoxam.

La Agencia de Seguridad Alimentaria Europea (EFSA) ha establecido que el acetamiprid es de bajo riesgo para las abejas, de modo se ha aprobado su renovación durante 15 años, hasta el 28 de febrero de 2033 (ver Anejo I Reglamento De Ejecución (UE) 2018/113 De La Comisión de la renovación del acetamiprid).

La EFSA también ha concluido que los insecticidas clotiadinida, imidacloprid y tiametoxam presentan un riesgo para las abejas y otros polinizadores. En fecha de 30 de mayo de 2018, los Estados miembros de la Unión Europea (España entre ellos) han restringido el uso de estos tres insecticidas a invernaderos de estructura permanente. Los usos al aire libre, incluido el tratamiento de semillas, quedan prohibidos.

Esta situación hace de CARNADINE® un producto muy interesante para el control de insectos chupadores y masticadores.

## 2. INFORMACIÓN TÉCNICA

CARNADINE® es el único acetamiprid del mercado en forma líquida, formulado como concentrado soluble (SL).

Composición:	Acetamiprid 20%
Formulación:	Concentrado soluble (SL)
Presentación:	Envase de 1 L
Número de registro:	ES-00629
Fórmula química:	$C_{10}H_{11}ClN_4$

### **3. MODO DE ACCIÓN**

El CARNADINE® es un insecticida sistémico. Se absorbe por vía foliar y se transporta en el interior de los cultivos en sentido acropétalo (desde la base hacia el ápice en el órgano absorbido). Además, posee actividad translaminar y crea un reservorio en los tejidos vegetales protegiendo al cultivo cuando se alimenten los organismos nocivos. Actúa de forma rápida por ingestión y por contacto, y tiene un efecto residual prolongado.

El transporte en el interior del cultivo es más lento que el de otros neonicotinoides, permitiendo proteger al cultivo durante más tiempo ya que el insecticida no se concentra en las partes apicales de las plantas.

Fisiológicamente, el efecto insecticida se produce en el sistema nervioso y muscular de los insectos. CARNADINE® actúa como análogo del receptor nicotínico de la acetilcolina (principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central de los insectos). Se une al receptor de manera permanente, imitando la acción de la acetilcolina. El complejo receptor+CARNADINE® no puede ser metabolizado por la acetilcolinesterasa, provocando una transmisión de la señal nerviosa sin interrupción. Esto induce en una hiperexcitación muscular que provoca la muerte del insecto.

### **4. MANEJO DE RESISTENCIAS**

Clasificar los productos fitosanitarios según su modo de acción proporciona a los agricultores una guía para seleccionarlos en una estrategia de manejo de resistencias eficaz y sostenible.

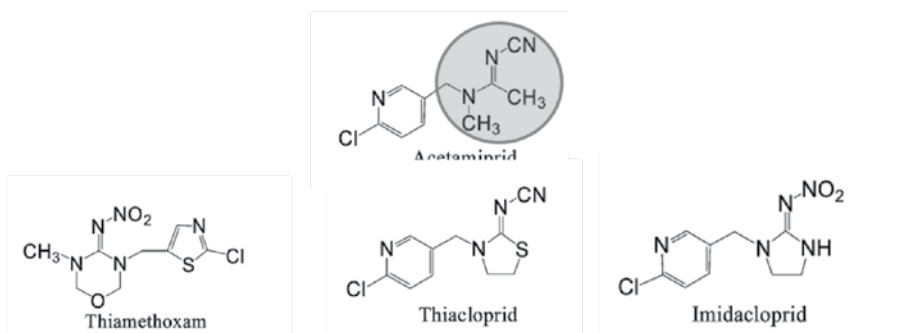
Según el Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (IRAC, por sus siglas en inglés), los neonicotinoides (4A), las sulfoxamidas (4C), los butenolides (4D) y los mesoiónicos (4E) están clasificados en el modo de acción número 4: Moduladores competitivos/agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina.

El acetamiprid pertenece al subgrupo químico 4A, por ello hay que evitar tratamientos con insecticidas del mismo subgrupo químico, incluso sustancias activas que no pertenecen a la misma familia química, pero que tengan el mismo modo de acción (resistencia cruzada). Para la correcta gestión de resistencias se debe seguir las indicaciones establecidas en la etiqueta de CARNADINE®, tanto al número de aplicaciones como al modo de aplicación.

Hasta la fecha no se ha registrado ningún caso de resistencia múltiple del acetamiprid a carbamatos, organofosforados ni tampoco piretroides/piretrinas.

## 5. EFECTO DE CARNADINE® EN LOS INSECTOS POLINIZADORES

La fórmula molecular y la distribución espacial de los átomos que componen CARNADINE® le confieren un modo de acción distinto al de los demás neonicotinoides. El efecto de CARNADINE® contra abejas y abejorros es menos tóxico que el de los demás insecticidas neonicotinoides.



En múltiples estudios realizados en insectos polinizadores, el valor de LD<sub>50</sub> (dosis letal necesaria para eliminar el 50% de la muestra en estudio) determinado en el caso del acetamiprid es de 7,07 µg/abeja, mientras que en el caso del imidacloprid, clotianidina y tiametoxam son de 0,0179, 0,0218 y 0,0299 µg/abeja respectivamente.

El acetamiprid es entre 200 y 400 veces menos tóxico para las abejas que los demás neonicotinoides testados. Los metabolitos del acetamiprid tampoco producen mortalidad a los polinizadores, a diferencia de otros neonicotinoides.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América clasifica el acetamiprid como moderadamente tóxico para polinizadores, comparado con otros insecticidas. El acetamiprid está clasificado en el mismo grupo que el aceite parafínico, la azaridactin, el hidróxido de cobre, la *Beuveria bassiana* y el spinosad, entre otros. A su vez, en la misma clasificación, se consideran extremadamente tóxicos para polinizadores las materias activas clorpirifos, tiametoxam, clotianidina, imidacloprid y sulfoxaflor.

## 6. PERIODO DE RE-ENTRADA DE LOS INSECTOS POLINIZADORES

Después de una aplicación de CARNADINE® solo es necesario un día para volver a introducir abejas o colmenas en el cultivo.

Por extrapolación, también se considera un día de re-entrada para los abejorros.

## 7. USOS AUTORIZADOS

CARNADINE® está registrado en los cultivos y plagas indicadas a continuación:

Cultivo	Plaga	Dosis (l/ha)	Nº aplicaciones Intervalo (días) Caldo (l/ha)	Época de aplicación
Cítricos	Minador (Phyllocnistis citrella)	0,035 - 0,05	2	Desde desarrollo de los brotes hasta el inicio de la floración (BBCH 31-59). No aplicar durante la floración
	Pulgón (Aphis spiraeicola, Aphis gossypii y Toxoptera aurantii)	0,025	30 1000-1400	
	Piojos (Aonidiella aurantii, Parlatoria pergandii, Aspidiotus nerii, Saissetia olea y Planococcus citri)	0,05 - 0,07	2 30 2000-3000	Desde el desarrollo del fruto hasta la cosecha (BBCH 71-89). No aplicar durante la floración
Manzano Peral	Pulgón (Dysaphis plantaginea y Dysaphis pyri)	0,025	2 8 500-1000	Desde el desarrollo de las hojas hasta el inicio de la floración (BBCH 10-59)
	Pulgón verde	0,015 - 0,025	2 8 500-1000	Desde el desarrollo de las hojas hasta el inicio de la maduración (BBCH 10-81). No aplicar durante la floración
	Carpocapsa	0,035 - 0,05	2 8 1000-1500	Desde el final de la floración hasta el inicio de la maduración (BBCH 69-81).
	Minador (Phyllonorycter blaucardella, Leucoptera malifoliella, Phyllonorycter corylifoliella y Stigmella malella)	0,025 - 0,035	2 8 750-1000	Desde el final de la floración hasta la maduración (BBCH 69-89)

Cultivo	Plaga	Dosis (l/hl)	Nº aplicaciones Intervalo (días) Caldo (l/ha)	Época de aplicación
Albaricoquero Melocotonero Nectarino	Pulgón (Myzus persicae)	0,025 - 0,035	1 750-1500	Desde el principio del desarrollo de las hojas hasta el inicio de la floración (BBCH 10-59).
	Empoasca	0,035	1 - 750-1500	Desde el final de la floración hasta el inicio de la maduración (BBCH 69-87).
	Anarsia			Desde el final de la floración (todos los pétalos caídos) hasta el aumento de la coloración (BBCH 69-85).
	Polilla oriental			Desde el final de la floración hasta el inicio de la maduración (BBCH 69-87)
Cerezo	Mosca de la cereza	0,025 - 0,035	1 - 750-1000	Desde el final de la floración (BBCH 69) hasta la cosecha
	Pulgón (Myzus cerasi)	0,015 - 0,025	1 - 750-1000	Desde el principio del desarrollo de las hojas hasta el inicio de la floración (BBCH 10-59)
Ciruelo	Pulgón (Brachycaudus sp., Myzus sp.)	0,025	1 - 500-1000	Desde el final de la floración hasta el inicio de la maduración (BBCH 69-87)
	Lepidópteros (Hyalopterus pruni, H. amygdali, Leucoptera malifoliella, Phyllonorycter blancardella y Cydia funebrana)			Desde el final de la floración (BBCH 69) hasta la cosecha

Cultivo	Plaga	Dosis (l/ha)	Nº aplicaciones Intervalo (días) Caldo (l/ha)	Época de aplicación
Vid	Mosquitos (Scaphoideus titanus y Empoasca vitis)	0,14 l/ha	1 - 200-1000	Desde el cuajado de los frutos (BBCH 71) hasta la cosecha
Berenjena	Mosca blanca (Trialeurodes vaporarium y Bemisia tabaci)	0,35 - 0,5 l/ha	2 20 500-1000	Invernadero. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta la madurez de los frutos (BBCH 10-89). No aplicar durante la floración
	Pulgón (Myzus persicae, Macrosiphum euphorbia y Aulacorthum solani)	0,2 - 0,25 l/ha	2 20 100-1000	Aire libre e invernadero. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta la madurez de los frutos (BBCH 10-89). No aplicar durante la floración
Brécol Coliflor Repollo	Lepidópteros (Plutella xylostella)	0,25 - 0,35 l/ha	1 -	Aire libre. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta el final del desarrollo de la cabeza (BBCH 10-49)
	Pulgón (Brevicoryne brassicae)	0,175 - 0,25 l/ha	500-1000	
Lechuga	Pulgón (Nasonovia ribisnigri)	0,25 - 0,35 l/ha	1 - 100-1000	Aire libre. Desde la primera hoja verdadera desplegada hasta que se alcanza la altura típica (BBCH 10-49).
Lechuga, escarola y similares	Pulgón (Macrosiphum euphorbiae y Myzus persicae)	0,2 - 0,25 l/ha	1 - 500-1000	
Patata	Pulgón (Myzus persicae y Macrosiphum sp.)	0,2 l/ha	2 7	Aire libre. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta que las bayas de la primera fructificación están arrugadas - semilla oscura (BBCH 10-89). No aplicar durante la floración
	Escarabajo de la patata	0,1 - 0,15 l/ha	100-600	

Cultivo	Plaga	Dosis (l/ha)	Nº aplicaciones Intervalo (días) Caldo (l/ha)	Época de aplicación
Pimiento	Pulgón ( <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbia</i> y <i>Aulacorthum solani</i> )	0,2 - 0,25 l/ha	1 - 100-1000	Aire libre e invernadero. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta la madurez de los frutos (BBCH 10-89). No aplicar durante la floración
	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporarium</i> y <i>Bemisia tabaci</i> )	0,35 - 0,5 l/ha	1 - 500-1000	
Tomate	Pulgón ( <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbia</i> y <i>Aulacorthum solani</i> )	0,2 - 0,25 l/ha	2 20 100-1000	Aire libre e invernadero. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta la madurez de los frutos (BBCH 10-89). No aplicar durante la floración
	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporarium</i> y <i>Bemisia tabaci</i> )	0,35 - 0,5 l/ha	2 20 500-1000	Invernadero. Desde el desarrollo de los cotiledones hasta la madurez de los frutos (BBCH 10-89).
Algodonero	Pulgón ( <i>Aphis gossypii</i> )	0,15 - 0,2 l/ha	2 20 500-800	Desde el desarrollo de los cotiledones hasta el inicio de la apertura de cápsulas (BBCH 10-79)

Los Plazos de Seguridad de utilización de CARNADINE® según el cultivo y plaga, son los siguientes:

- Algodonero, brécol, ciruelo, cítricos (en aplicaciones contra minador y pulgón), coliflor, frutales de hueso, frutales de pepita, repollo: 14 días
- Cerezo: 3 días
- Cítricos (en aplicaciones contra piojos): 30 días
- Lechuga, lechugas y similares, patata, vid: 7 días
- Berenjena, pimiento, tomate: 7 días al aire libre y de 3 días en invernadero



## 8. ENSAYOS

Se presentan algunos de los ensayos de eficacia de los cultivos y plagas más representativos realizados para el registro de CARNADINE®.

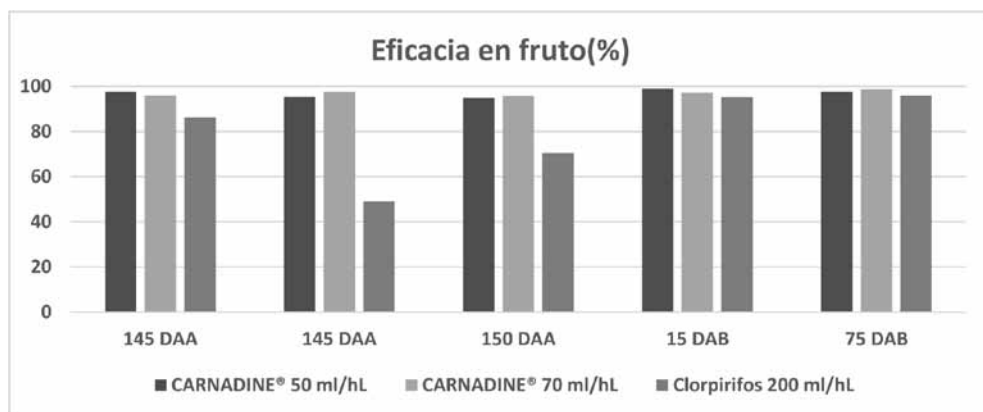
### 8.1. Piojo de California en cítricos (*Aonidiella aurantii*)

Eficacia de CARNADINE® contra piojo rojo de California en fruto: 5 ensayos.

En la gráfica siguiente, se muestran los resultados obtenidos en las distintas evaluaciones realizadas a los 5 meses de haber realizado el primer tratamiento y a los 15-75 días de haber realizado la segunda aplicación.

Productos y dosis:

CARNADINE®: 50 y 70 ml/hL

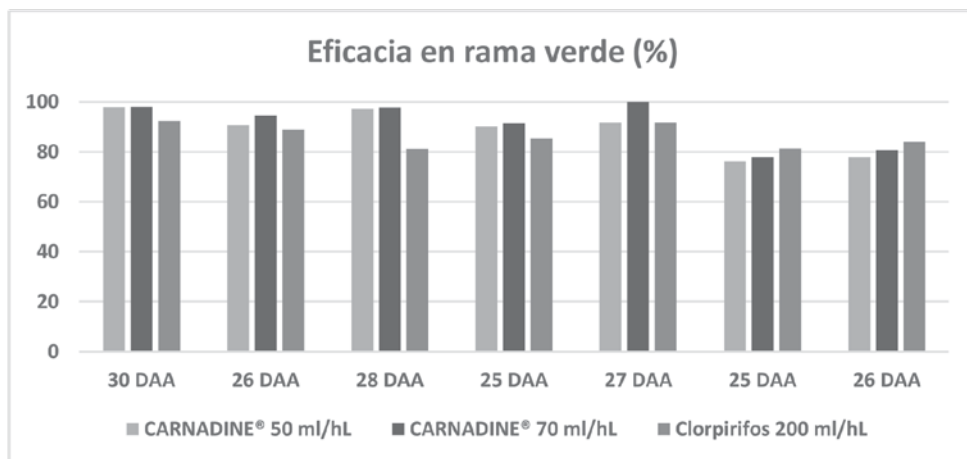


Producto de referencia: clorpirifos 200 ml/hL

En la gráfica siguiente, se muestra la eficacia de CARNADINE® obtenida en 14 ensayos realizados contra *Aonidiella aurantii* en rama verde. Se muestran los resultados de las observaciones realizadas al mes de haber realizado el tratamiento (aproximadamente).

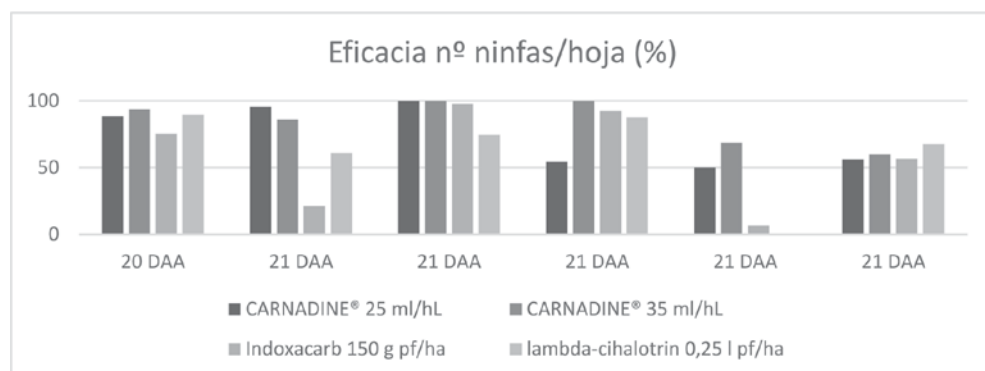
Las dosis fueron:

CARNADINE®: 50 y 70 ml/hL



Producto de referencia: clorpirifos a 200 ml/hL.

## 8.2. Mosquito verde (Empoasca spp.)



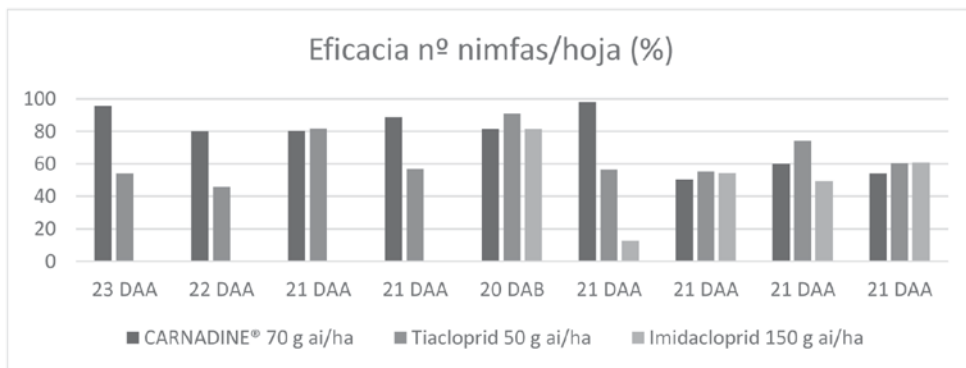
Eficacia de CARNADINE® contra el mosquito verde en frutales de hueso: 9 ensayos.

Productos y dosis:

CARNADINE®: 50 y 70 g ai/ha

Productos de referencia: tiacloprid a 50 g a ia/ha i tiacloprid a 150 g ai/ha

En general, los resultados obtenidos con CARNADINE® fueron mejores que los obtenidos con los productos de referencia.



### 8.3. PULGONES

#### 8.3.1. Aphis spiraecola

Eficacia de CARNADINE® contra Aphis spiraecola en cítricos: 6 ensayos.

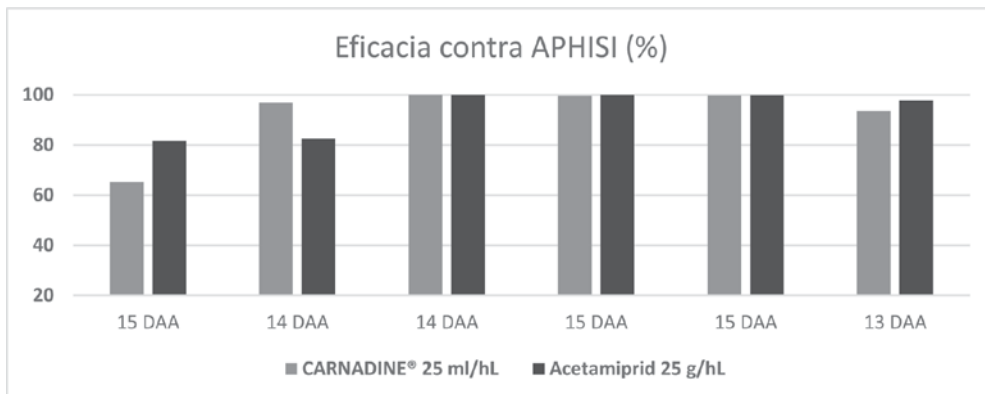
Productos y dosis:

CARNADINE®: 50 g ai/hL (25 ml/hL)

Producto de referencia: insecticida a base de acetamiprid a 50 g ai/

En la gráfica que se muestra a continuación, se pueden ver las eficacias observadas a las dos semanas de haber realizado el tratamiento.

Las eficacias obtenidas con CARNADINE® son equivalentes al acetamiprid de referencia utilizado.

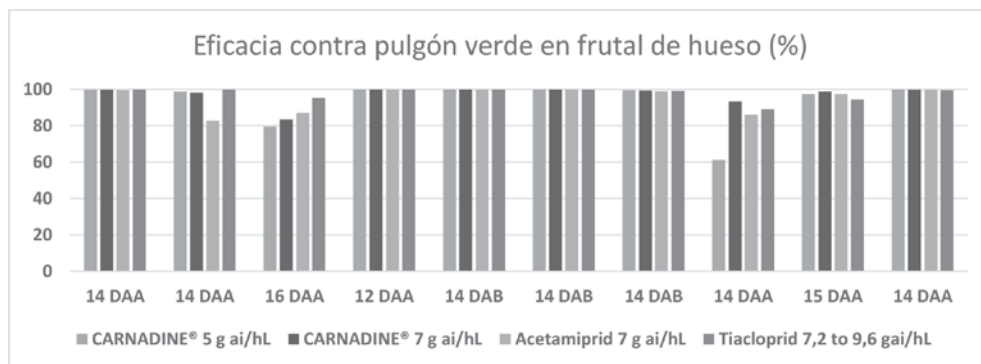


### 8.3.2. Myzus persicae

Eficacia de CARNADINE® contra el pulgón verde en melocotonero y nectarino: 10 ensayos.

Productos y dosis:

CARNADINE®: 50 y 70 g ai/hL (25 y 35 ml/hL)



Productos de referencia: insecticida a base de acetamiprid a 70 g ai/ y tiacloprid a 70 g ai/hL

Los resultados obtenidos indican que CARNADINE® a la dosis de 70 g ai/ha es equivalente a los productos de referencia utilizados. Además, con la dosis de 50 g ai/ha también se obtienen resultados satisfactorios, aunque con menor efecto de choque. A continuación, se muestran los resultados de CARNADINE® obtenidos a las dos semanas de haber realizado la aplicación.

### 8.4. Escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*)

Eficacia de CARNADINE® contra larvas del escarabajo de la patata: 13 ensayos.

Aunque CARNADINE® también es efectivo sobre adultos, solo se consideraron las eficacias sobre larvas, puesto que, en la mayoría de los ensayos realizados, en el momento de la aplicación los adultos de la plaga no estaban presentes de manera uniforme y se descartaron.

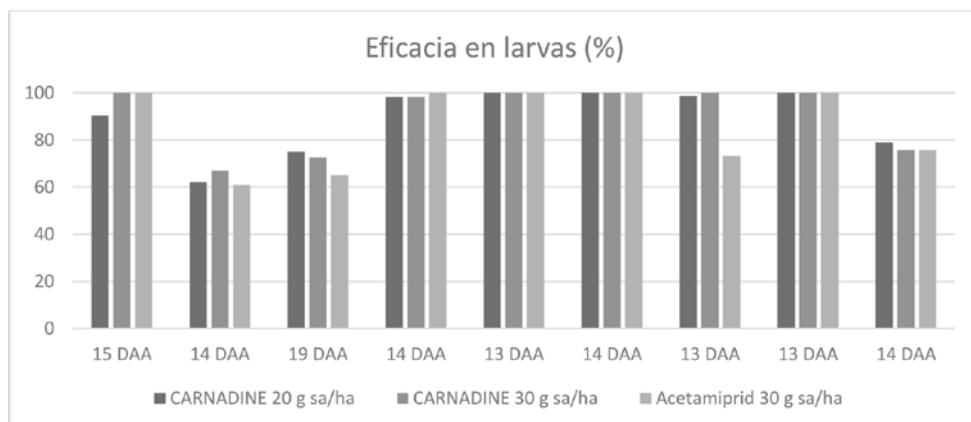
Productos y dosis:

CARNADINE®: 20 y 30 g ia/ha

Producto de referencia: insecticida a base de acetamiprid a una dosis de 30 g ia/ha.

Se obtuvieron eficacias similares con las dos dosis de CARNADINE® y el producto de referencia utilizado.

Eficacia a los 15 días de haber realizado la aplicación:



## 9. CONCLUSIONES

- Formulación líquida exclusiva que combina máxima protección, seguridad y facilidad de manejo.
- Amplio espectro de acción contra insectos chupadores y masticadores. Posee una gran eficacia contra pulgones, cochinillas, lepidópteros, mosquito verde, mosca blanca y escarabajo de la patata.
- Producto ideal para el manejo del control integrado de los cultivos, para alternar con materias activas con distinto modo de acción en la prevención de la aparición de resistencias.
- CARNADINE® es del orden de 200 a 400 veces menos tóxico para las abejas que los productos formulados a base de tiametoxam, clotianidina e imidacloprid.
- CARNADINE® está registrado en un gran número de cultivos al aire libre e invernadero mientras que los productos a base de tiametoxam, clotianidina e imidacloprid solo se pueden utilizar en invernadero.
- EFSA ha aprobado la renovación del Acetamiprid sin restricciones hasta febrero de 2033.

# **MICROBIOMA VEGETAL PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA NUTRICIONAL, AUMENTAR LOS RENDIMIENTOS & POTENCIAR LAS AUTODEFENSAS**

**TRICHODEX, S.A.**

La población mundial superará los 9.000 millones de habitantes en las próximas décadas ("Revisión de las Perspectivas de Población Mundial" ONU); Según la FAO el mundo necesita producir más alimentos entre el 2000 y 2050 que lo que se ha producido durante los últimos 10,000 años; debido especialmente al rápido y constante aumento de la población mundial. Este aumento demográfico, junto con la disminución de la producción agrícola en términos de productividad per cápita, debido a los efectos del cambio climático, está encaminando al mundo hacia la mayor crisis alimentaria.

La salinidad, compactación, acidificación y la contaminación química de los suelos afecta el 33 % de cultivos de interés económico (Lamz et al 2013; FAO, 2015), interfiriendo en la germinación, crecimiento y el rendimiento de los cultivos (Khan y Panda, 2008). La escasez mundial de recursos hídricos en conjunto con la salinización del suelo, son factores abióticos que limitan el desarrollo de los cultivos, se estima que un 50% de las tierras cultivables estarán afectadas por estos tipos de estrés para el 2050. En definitiva, un cambio climático inductor de aparición de nuevas plagas y patologías inespecíficas con mayor incidencia y severidad.

Paralelamente ha ido avanzando la degradación de los recursos a escala masiva. La degradación de las tierras y el abuso de sustancias químicas comportan una mengua de la producción agrícola (FAO), en un momento en que se necesita producir más del 70% de alimentos. Los agroquímicos han sido utilizados de forma masiva en la agricultura ya que su eficacia ha sido suficientemente probada, consiguiendo mantener el cultivo en condiciones óptimas (libres de patógenos y bien nutridas). La Unión Europea (Reglamento CE N° 1107/2008, ANEXO I) tiende a minimizar este impacto con la implementación de medidas regulatorias más estrictas.

Los consumidores han empezado a percibir las prácticas de manejo y aplicación de agroquímicos como un riesgo para la salud humana, animal y medioambiental. Por otra parte tanto la sociedad, como el sector agrícola están comenzando a darse cuenta de la importancia del MICROBIOMA de la rizosfera para los cultivos. La rizosfera contiene más de 1011 células microbianas por gramo de raíz y más de 30.000 especies distintas de microorganismos (rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal PGPRs, Agentes de bioprotección ACBs, saprófitos, etc.). El microbioma representa un NUEVO

PARADIGMA para la agricultura, juega un papel muy importante en el desarrollo de las plantas, y cuenta con diversas estrategias que ayudan a las plantas a enfrentarse a diferentes tipos de estrés biótico (enfermedades, plagas, etc.) y abiótico (salinidad, sequía, temperaturas extremas o toxicidad por metales pesados).

Ante este hecho, TRICHODEX®, empresa líder en Biotecnología aplicada a la agricultura, considera imprescindible aportar soluciones que tienen como objetivo ayudar a la prosperidad del microbioma y por consiguiente la mejora de los cultivos. BIOESTIMULANTES, BIOFERTILIZANTES y BIOPROTECTORES; productos RESIDUOS CERO y respetuosos con el medio ambiente que han demostrado su eficacia a nivel de campo. Ofrecen la oportunidad de actuar de forma más precisa, en comparación con las modalidades tradicionales, con la finalidad de tener un impacto en múltiples objetivos.

Estos productos están basados en tecnologías muy innovadoras tales como MAMPs® y FPB®. La tecnología MAMPs (MAMPs Enhancer Technology®), desarrollada por TRICHODEX®, consiste en la inducción, extracción, selección y diseño de bioformulados basados sobre "Patrones Moleculares Asociados a Microorganismos" (MAMPs). Los MAMPs movilizan la defensa de las plantas orientándola hacia la protección contra estreses tanto bióticos como abióticos. A través de la tecnología MAMPs® nuestros Biofertilizantes, Bioestimulantes y Bioprotectores tienen mayor capacidad para colonizar las raíces a través de la formación de Biofilms.

Con la tecnología FPB® (Fermentation Polyphasic Biotechnology) se asegura una máxima producción de los microorganismos beneficiosos y sus metabolitos secundarios. La FPB® aúna los conceptos de Biotecnología y nutrición molecular, unificando las necesidades biológicas de la planta a nivel microbiológico y nutricional. Con el uso de la tecnología FPB® se obtienen Bioestimulantes, Biofertilizantes y Bioprotectores con alta vida media y gran estabilidad de los bioactivos y metabolitos secundarios. La FPB® permite mayor adaptación y resistencia a un amplio rango de condiciones desfavorables y mejor establecimiento en la rizósfera.

## MICROBIOMA

Joshua Lederberg



Lederberg J, McCray A. One sweet tomic: - A genealogical treasury of words. The Scientist. 2001;15:8.



Un mosaico de los diversos MICROBIOMAS del cuerpo humano. Ilustración: Charis Tzevis



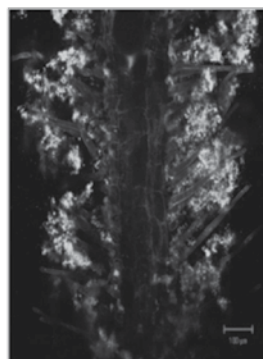
Hasta **3 kg** de microorganismos  
cohabitan con nuestro cuerpo

Microbioma : "nuevo órgano" del  
cuerpo humano y su "genoma  
extendido"

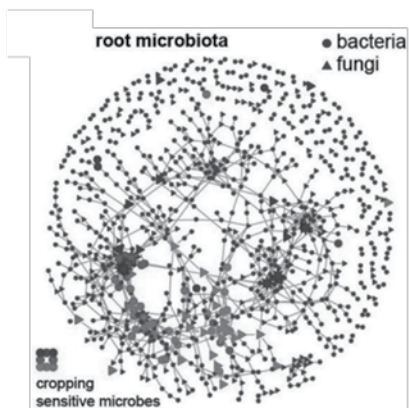
Total de las células = **90%** microbiota  
+ **10%** células humanas

Genoma total = **8 millones** genes  
de la microbiota + **22 mil** genes  
humanos activos

¡Hay más organismos en una cucharada de  
suelo sano que gente en la Tierra!!







MICROBIOMA  
un nuevo Paradigma



### Estrés Abiótico & Biótico



- Deficiencia de agua (estrés hídrico)
- Alta salinidad (estrés salino)
- Compactación del suelo
- Altas temperaturas
- Heladas
- Toxicidad por elementos traza
- Radiación UV
- Carencias nutricionales
- Patógenos y enfermedades
- .....etc.



**FPB**<sup>®</sup>  
FERMENTATION POLYPHASIC BIOTECHNOLOGY



**Mamps**<sup>®</sup>  
MICROBES-ASSOCIATED MOLECULAR PATTERN



TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA  
GENERACIÓN



## SOLUCIONES TRICHODEX®



BIOPROTECCIÓN



BIOESTIMULANTES



BIOFERTILIZANTES



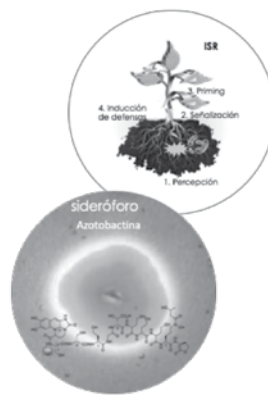
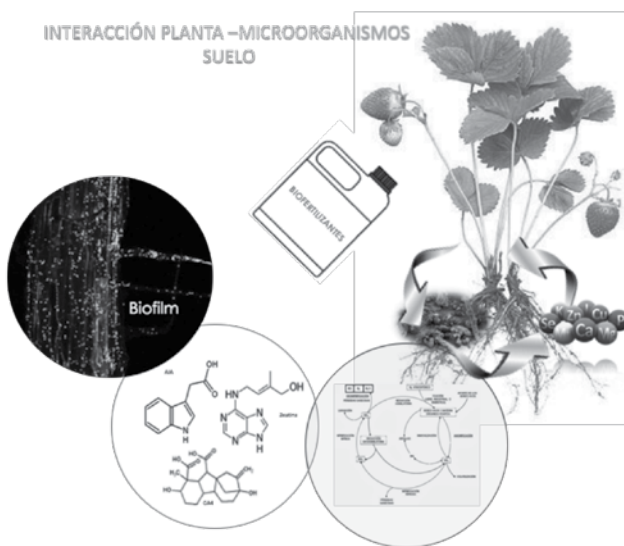
NUTRICIONALES



## ¿qué hace que nuestros Bioestimulantes, Biofertilizantes & Bioprotectores sean diferentes?



### INTERACCIÓN PLANTA –MICROORGANISMOS SUELO



Dr. Khalid Akdi Elaroussi  
Chief R&D Officer & Bioprocess Manager  
[khalid.akdi@trichodexl.com](mailto:khalid.akdi@trichodexl.com)





AGRICULTURA



CONGRESOS Y JORNADAS



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL