

Julio 2026

380

Frutales

El fuego bacteriano. Avances y estrategias de manejo tras más de dos siglos de su descubrimiento

Evolución de la sensibilidad a fungicidas en poblaciones de *Monilinia* del Valle del Ebro

Aplicación de RNAi mediante cebos proteicos para el control de *Ceratitis capitata*: eficacia en semicampo y efectos sobre organismos no diana

Herramientas moleculares para el diagnóstico de enfermedades fúngicas en cultivos leñosos

Legislación

Extrapolación de residuos de fitosanitarios de cítricos a aguacate para el establecimiento de LMR: una solución práctica para cultivos menores

Malherbología

Utilización de drones para la identificación y eliminación de plantas no deseadas en pastos



GROWEL[®]

LEONARDITA
HIDROSOLUBLE

STIMULANT

NUEVA CERTIFICACIÓN COMO BIOESTIMULANTE NO MICROBIANO- CP6 (B)



COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.
Viladomat, 321, 5º - 08029 Barcelona (España)
Tel. +34 93 495 25 00 - Fax +34 93 495 25 02
E-mail: masso@cqmasso.com

Más Massó Agro en:



www.massoagro.com



Macho adulto de *Ceratitís capitata* consumiendo una gota de cebo que contiene ARN de doble cadena (Jhonn González-Rodríguez). Página 34.

Julio 2026

380

Edita: M.V. Phytoma España, S.L.

Traductor: Neil Macowan

Montaje: Estudio Talens

Imprime: Tauro Gráfica

Depósito legal: V 1042-1988

ISSN: 1131-8988

Independientemente de los esfuerzos que PHYTOMA realiza para verificar y asegurar la exactitud de la información aparecida en sus páginas, no se responsabiliza de la opinión o inexactitud de los autores.

sumario

2 Editorial

Nuevas recetas para viejos problemas

6 Opinión

Por el campo...

La Sanidad vegetal, Fitiatría o Fitopatología

J. del Moral

8 El día que Europa volvió a apostar por la innovación agrícola

N. Urzua

10 El período de gracia: ¿derecho del titular o facultad del Estado Miembro?

M.J. Guillén y S. Gómez

11 Caracterización socioeconómica y ambiental de la cadena productiva del limón del sureste español (I)

J. García García

12 Actualidad

El Parlamento aprueba el nuevo reglamento europeo que regula las NTG. **Las nuevas técnicas genómicas salen del bloqueo regulatorio en Europa**

14 La Comisión publica un informe sobre la preparación ante emergencias fitosanitarias en la UE. **La escasez de ejercicios prácticos y personal compromete la eficacia de los planes de contingencia**

16 Actualidad / Notas

Transferencia Tecnológica

20 Frutales

El fuego bacteriano. Avances y estrategias de manejo tras más de dos siglos de su descubrimiento. E. Montesinos Seguí

28 Evolución de la sensibilidad a fungicidas en poblaciones de *Monilinia* del Valle del Ebro. B. Guijarro, J. Veloso, M. Villarino, L. Guerra, R. Torres, M. Gómez, I. Larena, P. Melgarejo y A. De Cal

34 Aplicación de RNAi mediante cebos proteicos para el control de *Ceratitís capitata*: eficacia en semicampo y efectos sobre organismos no diana. J. González-Rodríguez, D. Palpacelli, A. Urbaneja, J.A. Daròs, M. Pérez-Hedo

37 Herramientas moleculares para el diagnóstico de enfermedades fúngicas en cultivos leñosos. L. Romero Cuadrado, A. Aguado y N. Capote

42 Legislación

Extrapolación de residuos de fitosanitarios de cítricos a aguacate para el establecimiento de LMR: una solución práctica para cultivos menores. E. Seris-Barrallo, P. Sandín-España, M.J. López-López, M. Mateo-Miranda, C. López-Goti, J.L. Alonso-Prados

49 Malherbología

Utilización de drones para la identificación y eliminación de plantas no deseadas en pastos. J. García-Rodríguez, C. Díez Monforte, R. Celaya, F. Vicente, J. Kumhálová, F. Kumhála y R. Rosa-García

55 Páginas Verdes

58 Quién es quién

Bram Tijmons, fundador y CEO de PATS. "Nuestra tecnología ayuda a reducir riesgos"

60 Panorama empresarial

64 Autorizaciones excepcionales

Nuevas recetas para viejos problemas

La sanidad vegetal se enfrenta hoy a una encrucijada sin precedentes. El manejo de plagas y enfermedades que han afectado secularmente a nuestros cultivos debe adaptarse a un entorno marcado por la progresiva restricción de materias activas en la Unión Europea, el cambio climático y una creciente demanda de sostenibilidad. En este número, presentamos cuatro investigaciones que demuestran cómo la ciencia de vanguardia está cocinando *nuevas recetas* —basadas en la biotecnología y el diagnóstico molecular— para resolver estos *viejos problemas* en cultivos frutales.

Un ejemplo de esta innovación disruptiva es el RNA de interferencia (RNAi) aplicado al control de *Ceratitidis capitata*. Un grupo de investigadores ha evaluado con éxito el uso de gotas de cebo proteico para administrar ARN de doble cadena que silencia genes esenciales del insecto. Esta tecnología *quirúrgica* no solo reduce la infestación en condiciones de semicampo, sino que garantiza una altísima especificidad, manteniendo a salvo a organismos beneficiosos y polinizadores.

En el ámbito de la fruticultura de hueso, el estudio sobre la evolución de la sensibilidad a fungicidas de *Monilinia* en el Valle del Ebro arroja luz sobre la resistencia a los SDHI. Los resultados revelan que la adaptación del patógeno es más compleja de lo que se pensaba: en lugar de las mutaciones clásicas, el hongo parece emplear mecanismos fisiológicos amplios relacionados con la respiración mitocondrial. Este hallazgo es crucial para diseñar estrategias antirresistencia que combinen la monitorización fenotípica con la genómica.

Por su parte, el fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*) nos recuerda que, tras más de dos siglos de su descubrimiento, sigue siendo una amenaza devastadora. Sin embargo, la clave para combatirlo ha evolucionado desde la erradicación estricta hacia una estrategia de convivencia y control integrado. El uso de modelos predictivos de riesgo y técnicas de detección precoz mediante qPCR son hoy herramientas indispensables para minimizar el impacto de esta bacteria cuarentenaria.

Finalmente, abordamos la amenaza silenciosa de los hongos de la madera en cultivos como el almendro, el aguacate y el arándano. El trabajo del IFAPA destaca cómo la combinación de qPCR y secuenciación masiva (NGS) permite detectar infecciones latentes y comprender la complejidad de las coinfecciones fúngicas. Identificar estos patógenos antes de que se manifiesten los síntomas es el primer paso hacia un manejo preventivo realmente eficaz.

En definitiva, este número subraya que la integración de herramientas moleculares con el conocimiento epidemiológico clásico es el camino para asegurar el futuro de nuestras explotaciones frutales.

Disfruten de la lectura

Hablemos de Sanidad Vegetal en Espacios Verdes Urbanos

ORGANIZA



COITAVC
INGENIEROS AGRÍCOLAS
VALENCIA Y CASTELLÓN

COLABORAN



GENERALITAT
VALENCIANA
Conselleria de Agricultura,
Agua, Ganadería, y Pesca



Facultat d'Enginyeria Agronòmica
i del Medi Natural



IBERFLORA

7 | OCTUBRE | 26
SALÓN DE ACTOS DEL FORO NORTE
FERIA VALENCIA | IBERFLORA



Hablemos de Sanidad Vegetal en Espacios Verdes Urbanos

INTRODUCCIÓN

Según datos de Naciones Unidas y el Banco Mundial, la población mundial actual se estima en alrededor de 8.200 millones de personas. Aproximadamente el 56% de la población vive hoy en las ciudades, más de la mitad de la humanidad. En España según datos del Banco Mundial y Eurostat, el 80% de la población española reside en las ciudades, aproximadamente 39 millones de personas.

Las proyecciones de la ONU indican que el proceso de urbanización seguirá aumentando en las próximas décadas. Esto significa que cada año millones de personas se trasladan a las ciudades en busca de empleo, servicios y oportunidades. Este crecimiento plantea retos importantes en vivienda, transporte, impacto medio ambiental y planificación urbana.

Informes recientes de la OMS Europa (2023 y 2025), actualizan la evidencia científica sobre cómo los espacios verdes impactan en la salud física, mental y bienestar de las personas que viven en las ciudades. Algunos puntos relevantes de ambos informes indican que los espacios verdes reducen el estrés, benefician la salud infantil y mejoran la cohesión social. Subrayan su papel frente al cambio climático, ya que aumentan la biodiversidad urbana, mejorando la resiliencia ecológica, mitigan el efecto isla de calor, disminuyendo temperaturas locales entre 2 y 80°C y filtran contaminantes atmosféricos, especialmente partículas finas y ozono.

La OMS recomienda que toda persona tenga un espacio verde mínimo de 0,5 hectáreas a menos de 300 metros de su hogar, la regla 3-30-300. Esta regla sostiene que cualquier habitante de las ciudades tiene que ver al menos 3 árboles desde casa, que el barrio tenga 30% de cobertura arbórea y tener un parque o zona verde a menos de 300 metros. Esta regla se usa cada vez más en planificación urbana europea.

Dada la importancia de los espacios verdes, es preciso que la vegetación que los compone tenga un buen estado fitosanitario. La sanidad vegetal en el ámbito de los espacios verdes urbanos presenta unas características propias. Debemos cuidar el estado de salud de los árboles y por tanto ocuparnos de plagas, enfermedades y otros agentes que les afectan negativamente, al igual que en cultivos agrícolas y ámbito forestal. Asimismo, en el arbolado urbano tiene una relevancia especial su valor ornamental, en particular cuando se trata de ejemplares singulares y monumentales, que son especialmente apreciados. Finalmente, otro aspecto a tener en cuenta son las incidencias provenientes de la ciudadanía, que reciben los servicios municipales y que son valoradas a la hora de tomar decisiones.

De acuerdo con la gestión integrada de plagas, para el control fitosanitario tenemos que utilizar una combinación de técnicas para controlar a los agentes nocivos. Estas técnicas incluyen medidas preventivas y estrategias culturales, biotecnológicas, biológicas mediante el uso de enemigos naturales y, en última instancia, control químico. Igual que en el medio agrícola y forestal, la llegada de especies exóticas a los espacios verdes supone nuevos retos de gestión. Sin embargo, la cantidad de herramientas disponibles es más limitada en espacios verdes.

Es urgente poner en valor la importancia de la salud de los espacios verdes por su influencia en el bienestar de las personas y, por tanto, mejorar y ampliar las estrategias de control que pueden utilizar los gestores que trabajan en áreas verdes. Este es el foro adecuado para que, por fin, **Hablemos de Sanidad Vegetal en Espacios Verdes Urbanos**.

Dra. M^a Eugènia Rodrigo Santamalia.
Instituto Agroforestal Mediterráneo.

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica
i del Medi Natural. Universitat Politècnica de València





Pre-Programa

BLOQUE I

Plagas que afectan al arbolado urbano

Experiencias de control de plagas en áreas verdes urbanas de la ciudad de València.

Dra. M^a Eugènia Rodrigo Santamalia. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural, UPV

Los pulgones en los espacios verdes urbanos.

Dr. Xavier Pons Domènech. Catedrático d'Entomologia. Universitat de Lleida

Más allá del picudo rojo: el desafío de *Diocaulandra frumenti* en las palmeras.

Dra. Estrella Marina Hernández Suárez. Investigadora, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias

BLOQUE II

Enfermedades que afectan al arbolado urbano

Enfermedades causadas por hongos en palmáceas.

Dr. Josep Armengol Fortí. Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universitat Politècnica de València

Enfermedades en arbolado urbano y principales hongos causantes de descomposición de madera.

Dra. Ana Pérez Sierra. Investigadora Principal del Centro de Protección Vegetal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

Virus y fitoplasmas en Espacios Verdes Urbanos.

Dra. Ana Alfaro Fernández. Profesora Titular del Departamento de Ecosistemas Agroforestales de la Universitat Politècnica de València

BLOQUE III

Arbolado y Áreas Verdes

Los árboles, cada vez más necesarios en las ciudades: selección y gestión.

Dr. Jaime Güemes. Director y Conservador del Jardín Botánico de la Universitat de València

Gestión de hierbas adventicias en espacios verdes urbanos.

Prof. Diego Gómez de Barreda Ferraz. Profesor Titular de Universidad. Instituto Agroforestal Mediterráneo, UPV

Mesa de Debate

"Sanidad Vegetal en Espacios Verdes Urbanos: visiones y experiencias para las ciudades del futuro"

Modera: M^a Eugènia Rodrigo

Componentes:

- Mònica Bedós Balsach. Gerente Adalia Gestió SL
- Germán de Huertas Villalba. Jefe de Sección Técnica. Patrimonio Arbóreo del Servicio "Parques y Jardines" del Ayuntamiento de Valencia
- Juan Bernardo Martín Corral. Institut Municipal de Parcs i Jardins. Ajuntament de Barcelona. Tècnic del Departament de Biodiversitat, Direcció de Serveis de Planificació Estratègica
- José Javier Sigüenza Murcia. Baobab Ingeniería Vegetal
- Pedro Torrent Chocarro. Técnico del Servicio de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Sevilla
- Pilar Xamaní Monserrat. Técnica Investigación UPV. Asesoría fitosanitaria Ayuntamiento de València

Por el campo....

La Sanidad vegetal, Fitiatría o Fitopatología



José del Moral de la Vega

Lo que hoy día entendemos en España por Sanidad vegetal nació de la botánica, y fue en España donde se originó como una disciplina académica –un cuerpo de conocimientos sistematizados que se estudian o investigan en una universidad, centro o escuela superior–. Esa disciplina, a la que se le dio el nombre de Patología vegetal, se refería a las alteraciones que sufren las plantas por cualquier causa –biótica o abiótica– que las provoque. Por diversas razones, ese criterio se escindió en tres. Se reservó el nombre de Patología vegetal o Fitopatología a la disciplina que se dedicaba las enfermedades causadas exclusivamente por microorganismos y agentes abióticos; la Entomología agrícola tendría como interés las causadas por especies animales parásitas de vegetales; y la Malherbología estudiaría las alteraciones del funcionamiento o la limitación de la productividad de las especies cultivadas causadas por otros vegetales. Esas han sido las denominaciones que, como disciplinas científicas, aún hoy día perviven, estableciéndose que, respecto a las plantas afectadas, cada una de ellas se encargan de sus enfermedades, plagas o malas hierbas. Para aglutinar a todas las disciplinas que de una manera u otra se dedican a la salud de las plantas, en España se han empleado distintas denominaciones: Fitopatología, Protección Vegetal, Defensa de cultivos, Fitomedicina, Manejo Integrado de Plagas, Sanidad Vegetal, etc., siendo esta última expresión la más utilizada en España actualmente.

La extraordinaria complejidad de los fenómenos biológicos objeto del interés de cada una de esas disciplinas ha originado, a su vez, otras distintas: micología, bacteriología, virología, fisiopatología, nematología, etc. Y el resultado de esa dispersión, sin que ellas estuvieran sistematizadas, ha sido una pérdida de eficacia. Según Kudela (2011), «Tal fragmentación inhibió la interacción entre los fitopatólogos, los especialistas que se ocupan de las plagas animales de las plantas y los especialistas en malezas en investigación y educación. Al mismo tiempo, tal desglose ha sido un obstáculo para el uso de la atención fitosanitaria holística en el marco de sistemas institucionales efectivos a nivel regional, nacional e internacional que serían comparables con los sistemas de medicina humana y veterinaria».

Para resolver ese problema se inició un debate, que todavía persiste, cuyas consecuencias están siendo la creación de una Medicina de los vegetales como grado académico en numerosos países, debate que coincide con la propuesta mundial de establecer una única salud planetaria –*One Health*– con el interés de armonizar la salud humana, animal, vegetal y medioambiental.

Wittgenstein afirmaba que la mayoría de las discusiones científicas se deben a que se sumergen en enredos sin sentido porque el lenguaje puede disfrazar el pensamiento verdadero, razón que nos exige, en cualquier campo de conocimiento, unificar términos, expresiones y conceptos. Una sabia recomendación que nos exige a todos los que nos dedicamos a la salud de las plantas, adecuar los términos que empleamos en nuestra actividad al lenguaje común de las medicinas históricamente establecidas, la humana y la veterinaria, lo que exige el auxilio de la semántica. Para ello habría que empezar por dar nombre al mismo título de la medicina a la que nosotros nos dedicamos.

En necesario establecer que el nombre de Sanidad vegetal con el que en numerosas disposiciones y documentos se está utilizando como equivalente al de Medicina vegetal no es adecuado si nos queremos equiparar a las otras medicinas porque, en estas, el nombre de sanidad se refiere al de un servicio dedicado al diagnóstico y la terapéutica –la clínica– dejando al margen el campo de la investigación y la docencia.

La denominación de Medicina vegetal para referirse a todas las actividades relacionadas con la salud de las plantas en nuestro país se ha cuestionado por algunos al sospechar que la mayoría de las personas podrían confundirse al interpretar que ella sería una Medicina humana desarrollada exclusivamente con vegetales.

En Bélgica, Grecia, Francia y otros países, a la Medicina vegetal se le denomina *Phytatrie* –castellanizado, Fitiatría– con fundadas razones etimológicas, pero en la denominación de las distintas actividades humanas existen también otras razones. En español, la disciplina que se dedica al suelo se denomina edafología, cuando en realidad se debería denominar pedología, aunque por razones obvias de un posible mal sentido no se emplea este término. En nuestro caso, la palabra Fitiatría podría usarse perfectamente, pero cuando se quiere derivar de ella al profesional que la ejerza –fitiatra– se comprueba su dificultad fonética.

En vista de lo anterior, yo creo que lo adecuado debería ser aplicar el mismo criterio que se utiliza en la disciplina respecto a la salud de los animales: Medicina animal o Veterinaria, denominándose veterinarios a los facultativos que la ejercen. En el caso de la salud de las plantas se podría emplear: Medicina vegetal o Fitopatología, llamándose fitopatólogos a los profesionales de la misma.



IBERFLORA

Passion for green

6-8 Oct 2026
València (Spain)

Coincidiendo con



EUROBRICO



FERIA VALENCIA

El día que Europa volvió a apostar por la innovación agrícola



Natalia Urzua
Responsable de Asuntos Regulatorios
ANOVE

No cabe duda de que el avance científico ha permitido aumentar de forma exponencial el conocimiento sobre el genoma de las plantas y las funciones que desempeñan cientos de genes en aspectos clave como la floración, el rendimiento, la resistencia a enfermedades, la tolerancia al estrés hídrico, la salinidad, los golpes de calor, la eficiencia en el uso de fertilizantes y muchos otros rasgos de interés tanto para la agricultura como para el consumidor.

Paralelamente, estos avances han impulsado el desarrollo de nuevas herramientas biotecnológicas y de mejora vegetal, ampliando significativamente la capacidad de los obtentores para desarrollar variedades adaptadas a las necesidades actuales y futuras de la agricultura. Durante las últimas décadas, la mejora vegetal ha incorporado distintas tecnologías, entre ellas los cultivos transgénicos, que representaron un importante avance científico y cuya experiencia de uso ha contribuido a ampliar el conocimiento sobre las aplicaciones de la biotecnología en agricultura. Al mismo tiempo, el progreso de la biología molecular y el creciente conocimiento del funcionamiento de los genomas vegetales sentaron las bases para el desarrollo de una nueva generación de herramientas mucho más precisas: las Nuevas Técnicas Genómicas (NGT).

Las NGT permiten acelerar el desarrollo de variedades vegetales mediante cambios precisos y dirigidos en el ADN. Gracias a estas técnicas es posible obtener, en menos tiempo, variedades más resistentes a plagas y enfermedades, más tolerantes a la sequía, las altas temperaturas y otros efectos del cambio climático, más eficientes en el uso del agua y los fertilizantes y con características mejoradas para los consumidores, como un mayor valor nutricional, una mejor calidad o una mayor vida útil de los productos. Además, permiten introducir cambios que también podrían obtenerse mediante la mejora convencional o producirse de forma espontánea en la naturaleza, pero de una manera mucho más rápida y precisa.

Por ello, numerosos países comenzaron a desarrollar marcos regulatorios específicos y proporcionados para estas técnicas; el primero de ellos fue Argentina en 2015. Sin embargo, algo diferente ocurría en la Unión Europea. La mejora vegetal desarrollada en su territorio no pudo beneficiarse de estas tecnologías de vanguardia que ya estaban comenzando a adoptarse en otras regiones del mundo. Como consecuencia, la innovación europea en este ám-

bito quedó en una clara situación de desventaja frente a sus competidores internacionales y, con ella, también sus agricultores.

Esta situación cambió tras más de ocho años de intenso debate político y técnico en la UE. El pasado 17 de junio, una fecha que probablemente será recordada como un hito para el futuro de la agricultura europea, el Parlamento Europeo aprobó definitivamente el texto acordado con la Comisión y el Consejo de la UE. Con esta decisión culminó un largo proceso legislativo y se dio luz verde al nuevo Reglamento relativo a los vegetales obtenidos mediante determinadas nuevas técnicas genómicas y sus productos, abriendo la puerta a un marco regulatorio más proporcionado y adaptado a los avances científicos.

Más allá de su dimensión regulatoria, esta decisión supone un cambio de paradigma para la agricultura europea. Tras años de incertidumbre que habían frenado la inversión y desplazado la innovación hacia otras regiones del mundo, la UE reconoce que la sostenibilidad, la seguridad alimentaria y la competitividad del sector agrario dependen, en gran medida, de su capacidad para seguir innovando. Las NGT no solo beneficiarán a los programas de mejora vegetal y a los agricultores, sino que también contribuirán a producir más y mejores alimentos con menos recursos, reforzando la autonomía estratégica de Europa y generando valor para toda la cadena agroalimentaria y para los consumidores.

Desde ANOVE celebramos este importante hito para la innovación vegetal europea, que es el resultado de un esfuerzo colectivo y sostenido durante muchos años. Desde 2018, el sector de las semillas, los agricultores, la comunidad científica y otros actores de la cadena agroalimentaria han trabajado conjuntamente para construir un marco regulatorio que permitiera aprovechar el potencial de las Nuevas Técnicas Genómicas al servicio de una agricultura más sostenible, resiliente y competitiva. Como asociación que representa a las empresas obtentoras vegetales en España, hemos sido una parte activa de este proceso y queremos destacar especialmente el apoyo y el impulso constante del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, cuyo compromiso ha sido fundamental para alcanzar este momento histórico. La aprobación de este Reglamento no supone el final del camino, sino el comienzo de una nueva etapa en la que la innovación y la ciencia podrán contribuir de forma decisiva a afrontar los grandes retos de la agricultura europea y de las generaciones futuras.

DROOPY®

¿Conoces el secreto de la cosecha perfecta?



**Facilita el
derribo de
la aceituna**

**Reduce los
tiempos de
recolección**

**Minimiza
los daños
al árbol**

Inspeccionado por
ECOCERT
INSUMOS



www.lainco.com

 **lainco**
PROTECTING LIFE SINCE 1934

¡Síguenos en nuestras redes
sociales en @laincoagro!

El período de gracia: ¿derecho del titular o facultad del Estado Miembro?



Mª José Guillén

Suniva Gómez

Área Plant Health – LifeSciences
Cuatrecasas

El artículo 46 del Reglamento 1107/2009 prevé la facultad del Estado miembro de conceder una extensión temporal de los efectos de la autorización con el fin de permitir que los operadores puedan seguir almacenando, vendiendo y utilizando las existencias disponibles durante un tiempo limitado tras la modificación o retirada de una autorización (período de gracia). En consecuencia, el período de gracia puede concederse, solicitarse y, en su caso, su denegación puede impugnarse. Sin embargo, no nace automáticamente a favor del distribuidor y agricultor un derecho a obtener un período de gracia por el mero hecho de que existan existencias disponibles.

El citado artículo establece que, cuando la retirada o modificación de la autorización no esté relacionada con la protección de la salud humana, animal ni con la protección del medio ambiente, el período de gracia no podrá superar seis meses para la venta y distribución, más un año adicional para la eliminación, almacenamiento y uso de las existencias disponibles. De ello se infiere que, cuando la retirada o modificación de la autorización sí esté relacionada con dichas circunstancias, el Estado miembro podrá conceder plazos inferiores o, incluso, no conceder período de gracia alguno.

El período de gracia cumple una función de transición ordenada. Por un lado, evita perjuicios innecesarios a los operadores de la cadena -en particular, distribuidores y agricultores- y, por otro, preserva la protección de la salud humana y animal y del medio ambiente mediante la imposición de límites temporales modulables en función del riesgo apreciado en cada caso.

Es precisamente el margen de apreciación de la Administración al valorar los riesgos que justifican la retirada, modificación o no renovación de la autorización lo que plantea, en la práctica, los mayores interrogantes relacionados con el período de gracia.

A la hora de valorar tales riesgos, la Administración debe ajustarse a los parámetros que conforman el *principio de cautela*, que constituye un mandato dirigido a los poderes públicos para la adopción de las medidas de protección necesarias, incluso cuando no exista plena certeza científica acerca de los efectos perjudiciales de un determinado producto o actividad sobre el medio ambiente o la salud de las personas.

Los tribunales españoles han recordado que este principio permite adoptar medidas restrictivas cuando existan dudas fundadas y razonables sobre la afectación del producto a la salud o al medio ambiente, aun cuando no exista plena

certeza científica. Ahora bien, este principio no convierte toda incertidumbre en una prohibición automática ni exime a la Administración de motivar su decisión. Su correcta aplicación exige llevar a cabo una valoración del riesgo objetiva basada en datos científicos disponibles e informes técnicos suficientemente motivados, sin que baste una invocación abstracta o genérica de la protección de la salud o del medio ambiente.

Un ejemplo claro se encuentra en los supuestos de no renovación de autorizaciones al amparo del artículo 43 del Reglamento 1107/2009. El Documento Guía de la Comisión Europea para la renovación de autorizaciones contempla que los Estados miembros puedan conceder períodos de gracia cuando, transcurridos tres meses desde la renovación de la sustancia activa, un producto no cumpla las nuevas condiciones para la renovación de su autorización.

También los reglamentos por los que se decide la no renovación de determinadas sustancias activas suelen prever períodos transitorios para la comercialización de los productos que las contienen y para el uso, almacenamiento o eliminación de las existencias correspondientes. La finalidad de tales previsiones no es otra que equilibrar la protección de la salud pública y el medio ambiente con la mitigación de los perjuicios económicos para los operadores.

Si, a nivel de la Unión Europea, se contemplan períodos transitorios cuando una sustancia activa no se renueva, la concesión de un período de gracia para productos fitosanitarios debería seguir la misma interpretación del criterio de cautela, de modo que la aplicación del artículo 46 no dependa de aproximaciones divergentes entre Estados Miembros.

En definitiva, el período de gracia no constituye un derecho automático del titular de la autorización, sino una herramienta de gestión transitoria que el Estado miembro puede conceder para evitar perjuicios innecesarios a la cadena de suministro. Su concesión no equivale a declarar seguro el producto ni impide la retirada, modificación o no renovación de la autorización. Sin embargo, su denegación, especialmente en contextos de no renovación o modificación de autorizaciones, debe estar suficientemente motivada, pues el principio de cautela habilita a las autoridades a actuar ante la incertidumbre científica, pero no dispensa de una evaluación objetiva del riesgo ni del respeto al principio de proporcionalidad. Cuando la motivación no exista o sea insuficiente, el titular de la autorización podrá valorar las vías de recurso previstas en Derecho, con apoyo en principios como la proporcionalidad, la seguridad jurídica y la confianza legítima.

Hablemos de economía agraria

Caracterización socioeconómica y ambiental de la cadena productiva del limón del sureste español (I)



José García García
Dr. Ingeniero Agrónomo y
coordinador del Equipo de
Bioeconomía del IMIDA

El equipo de Bioeconomía del IMIDA ya había publicado dos artículos científicos sobre la evaluación socioeconómica y ambiental de la fase de cultivo de limonero en el sureste español (García Castellanos y col., 2024; 2025). España es el principal productor y exportador mundial de limones en fresco, y también lidera la superficie cultivada y la producción de limones frescos ecológicos, representando el 41% de la superficie mundial dedicada a este cultivo. La producción española, tanto convencional como en ecológico, se concentra principalmente en el sureste de España: Almería, Murcia y Alicante, área que aglutina algo más del 80% de superficie y producción. Así pues, se trata de un producto muy vinculado y adaptado a este territorio y a sus condicionantes edafoclimáticos. Ahora acaba de publicarse la tercera entrega de la caracterización de esta cadena productiva en lo que se refiere a la fase de manipulado y confección (García Castellanos y col., 2026)¹. Como se indica en esta publicación, existe una clara escasez de literatura científica que evalúe la fase postcosecha del limón destinado al consumo en fresco, es una carencia relevante en el contexto español, donde representa un cultivo estratégico tanto en términos de volumen de producción como de exportación, con una fuerte concentración territorial.

En este sentido, se hacía necesario abordar de forma específica esta fase con el fin de caracterizar sus impactos ambientales y económicos, identificar puntos críticos y contribuir a la mejora de la sostenibilidad de la cadena productiva, concluyendo el análisis de la cadena de producción de limón en fresco hasta las puertas del almacén.

Las tres publicaciones se ha desarrollado en el ámbito del proyecto "Adaptación y mitigación del Cambio Climático en los sectores productivos agrícolas regionales" - "Evaluación económica y ambiental" financiado por FEDER en el periodo 2023-2027. Además, se ha contado con la colaboración de AILIMPO (Asociación Interprofesional de limón y pomelo).

Para determinar la estructura productiva, insumos consumidos y costes económicos del proceso de producción, se estableció una planta tipo con una capacidad productiva suficiente que asegurara la viabilidad técnica y económica y que responde a un tamaño representativo del sector del manipulado, en este caso una capacidad total de entrada de 28 millones de kg al año. El modelo de almacén contempla la manipulación de dos variedades y manejos de limón, Fino y Verna, tanto en convencional como en ecológico, con desverdizado al comienzo de campaña sobre Fino y con

una duración media de campaña de diez meses (septiembre a junio). Se estableció la estructura de costes aplicando la metodología Life Cycle Costing (LCC), que contabiliza todos los costes del ciclo de vida de un producto, proceso o servicio. Ante la gran variabilidad en los formatos de envasado, se analizaron los dos mayoritarios según las encuestas realizadas a empresas del sector: caja de cartón y malla. El *packaging* es un concepto contable diferencial entre el producto convencional (mallas de PEAD y cajas de cartón de mayor formato y capacidad) y el ecológico (mallas de celulosa y cajas de cartón de menor formato y capacidad). Por la cantidad de resultados socioeconómicos extraídos de estas publicaciones presentaremos los mismos en el próximo artículo.

En paralelo a la caracterización descrita hablaremos ahora del grave problema con que se enfrenta este sector. El virus de la clorosis nerval amarilla amenaza con el arranque de miles de limoneros en Murcia y Alicante, las principales zonas productoras de limón de España, en las que acaba de finalizar una campaña calificada de histórica por sus precios récord y la alta calidad de los frutos. España, que es el segundo productor mundial de limón tras Argentina y el primer exportador en fresco, cuenta con 54.055 hectáreas de limoneros según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. La campaña, según sus actuales cálculos, cerrará con una producción de entre 1,08 y 1,10 millones de toneladas, con unos precios de referencia para el agricultor que de promedio han rondado entre los 50 y 55 céntimos/kilo para el Fino y los 90 céntimos/kg para el Verna. En relación a la presencia del virus, el director de Ailimpo ha indicado que la presencia de la clorosis nerval amarilla se ha confirmado ya en limoneros de uno o dos años de al menos doce fincas de Alicante y otras cinco de Murcia. Representantes de Ailimpo, Asaja Alicante y UPA Murcia plantean como solución la prospección de los limoneros infectados, su posterior arranque y la desinfección de la zona, para lo que piden que los ejecutivos regionales articulen ayudas para indemnizar a los afectados. Es fundamental que estas actividades de respuesta al virus sean conjuntas y sincronizadas en las áreas afectadas, tanto de la Comunidad Valenciana como de la Región de Murcia.

¹ García Castellanos, B., García García, J., García García, B., Rosique Jiménez, C. 2026. Economic and Environmental Assessment of Handling and Packaging Phase of Fresh Lemons in Southeastern Spain. *Agronomy* 2026, 16(12), 1135; <https://doi.org/10.3390/agronomy16121135>

Las nuevas técnicas genómicas salen del bloqueo regulatorio en Europa

La aprobación definitiva del nuevo reglamento europeo sobre nuevas técnicas genómicas (NTG) por parte del Parlamento pone fin a casi una década de incertidumbre jurídica y política que había frenado el desarrollo y la inversión en tecnologías de mejora vegetal dentro de la Unión Europea, mientras otros países competidores avanzaban rápidamente en la adaptación de sus marcos regulatorios.

Las nuevas técnicas genómicas permiten acelerar el desarrollo de variedades vegetales más resistentes a sequías, plagas y enfermedades, mejorar la eficiencia en el uso de agua y recursos naturales, reforzar la calidad nutricional de los alimentos y facilitar cultivos mejor adaptados al cambio climático.

Esta legislación da un giro hacia la regulación de las plantas en función de su composición genética final y no de cómo se han obtenido. Como ilustra la infografía del Centro de Investigación en Genómica Agrícola (CRAG), los vegetales modificados con NTG se dividirán en dos categorías, cada una con obligaciones jurídicas diferentes. La categoría 1 engloba a plantas con un número limitado de modificaciones y que, además, podrían haberse producido mediante mejora vegetal convencional. Una vez verificado que cumplen los criterios para obtener el estatus de categoría 1, se les tratará como a las plantas convencionales. A petición del Parlamento Europeo, los vegetales diseñados para tolerar herbicidas o producir sustancias insecticidas no podrán incluirse en esta categoría. Por su parte, las plantas que han sufrido modificaciones genéticas más extensas o complejas serán consideradas de categoría 2, y estarán sujetas a la estricta normativa vigente en materia de organismos modificados genéticamente (transgénicos) y deberán someterse a un proceso de evaluación de riesgos, además de obtener autorización para poder comercializarse en la UE.

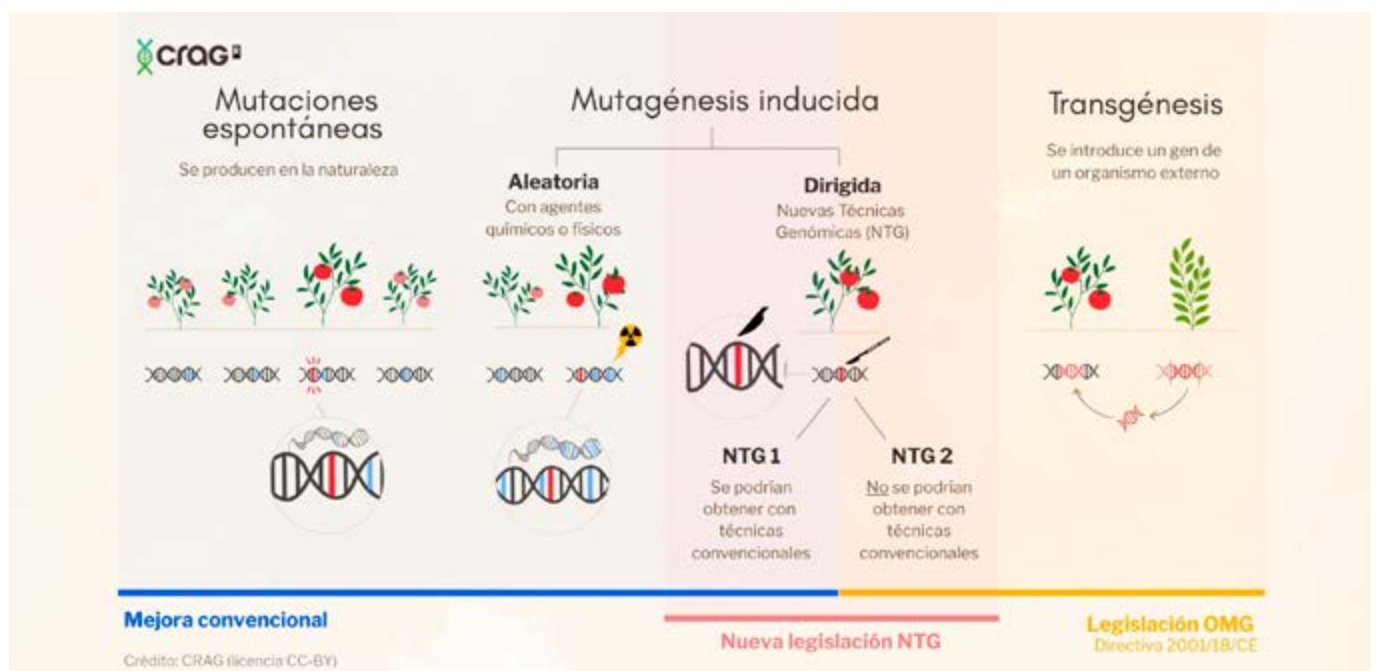
Las normas se aplicarán tanto a las plantas originarias de Europa como a las importadas. En los mercados de fuera de la

UE ya hay disponibles, en avanzada fase de desarrollo, productos elaborados a partir de vegetales obtenidos con estas técnicas, como trigo con bajo contenido en gluten, patatas resistentes a las plagas y maíz que soporta la sequía.

La trazabilidad y el etiquetado completos seguirán siendo obligatorios para las plantas de categoría 2. Asimismo, los países de la UE podrán restringir o prohibir su cultivo en su territorio, aunque esté autorizado. Las variedades vegetales que contengan o se deriven de una planta NTG de categoría 1 se incluirán en una base de datos pública de la UE. Asimismo, para que los agricultores puedan tomar decisiones informadas, todas las bolsas de semillas y el material de reproducción deberán etiquetarse como NTG de categoría 1.

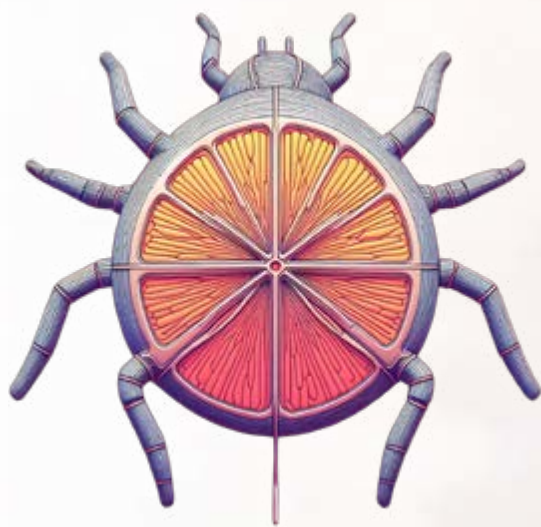
No se permitirá usar estas técnicas en la producción ecológica, pero la presencia técnicamente inevitable de plantas obtenidas con NTG de categoría 1 no constituiría un incumplimiento de la normativa. La Comisión evaluará si este reglamento genera cargas administrativas, económicas o prácticas para los operadores ecológicos, incluidas cuestiones relacionadas con su propia percepción y la de los consumidores. Las NTG se podrán patentar, salvo en el caso de aquellos rasgos o secuencias que se produzcan en la naturaleza o por medios biológicos.

La normativa establece un periodo de transición de 24 meses, por lo que no entrará en plena aplicación hasta mediados de 2028.





**EN CADA HOJA,
UNA VICTORIA**



KEYZAN



La Comisión publica un informe sobre la preparación ante emergencias fitosanitarias en la UE

La escasez de ejercicios prácticos y personal compromete la eficacia de los planes de contingencia

La Dirección General de Salud y Seguridad Alimentaria (DG SANTE) de la Comisión Europea ha publicado un informe sobre la preparación ante emergencias fitosanitarias en la UE. Si bien documenta un progreso constante en la estructuración administrativa y legal desde 2024, advierte de que la falta de validación operativa mediante simulacros y la insuficiencia de personal técnico en regiones clave podrían comprometer la capacidad de respuesta ante brotes reales.

Este documento evalúa el grado de cumplimiento de los Estados miembros respecto al Reglamento (UE) 2016/2031, que establece la obligatoriedad de realizar programas de prospección plurianuales para plagas cuarentenarias y elaborar planes de contingencia para las prioritarias.

El informe destaca un incremento significativo en la adopción de herramientas de planificación. Actualmente, 24 Estados miembros han presentado sus programas de prospección plurianuales a la Comisión, cuatro más que en 2024, y 21 de ellos cubren ya tanto las prospecciones basadas en el riesgo como las de base estadística. Asimismo, el desarrollo de planes de contingencia para las veinte plagas y enfermedades prioritarias —aquellas con mayor potencial de impacto económico, ambiental o social— ya ha alcanzado el 76% de los requeridos, frente al 56% de hace dos años.

Las auditorías realizadas entre 2024 y 2025 en ocho países (Austria, Bulgaria, Croacia, Finlandia, Grecia, Italia, Eslovaquia y Eslovenia) revelan que los servicios oficiales cuentan, por lo general, con personal cualificado y procedimientos técnicos claros para la ejecución de las prospecciones. Además, la capacidad de los laboratorios nacionales es suficiente para soportar los programas de vigilancia actuales, y la coordinación entre las distintas autoridades competentes se califica como buena en la mayoría de los casos auditados. Por ejemplo, en el caso de la *Xylella*, la implementación de muestreos y análisis estadísticos se considera satisfactoria en siete de los ocho países analizados, lo que genera un nivel de confianza adecuado para la detección precoz de esta bacteria.

Sin embargo, la DG SANTE identifica *fisuras* que limitan la efectividad de estos esfuerzos. A pesar de la solidez de los planes, su validación práctica es deficiente: los Estados miembros solo han realizado simulacros para el 20% de los planes de contingencia publicados. “Sin ejercicios de simulación que demuestren su eficacia, los planes de contingencia no ofrecen actualmente garantías suficientes de que las autoridades competentes puedan acceder al personal y los recursos necesarios para erradicar o contener cualquier nuevo brote”, señala el informe.

Otro factor crítico es la gestión de los recursos humanos. En tres de los ocho Estados miembros auditados, la limitación de personal impacta de manera directa en la planificación

y ejecución de las prospecciones. Esta carencia técnica está forzando a los servicios oficiales a desviarse de las metodologías óptimas recomendadas por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). Por ejemplo, se anteponen las inspecciones visuales al uso de trampas con atrayentes, ya que estas últimas exigen una logística y una frecuencia de revisión mucho más exigentes para el personal de campo. Esta divergencia metodológica es particularmente preocupante en plagas prioritarias como el escarabajo japonés (*Popillia japonica*), el gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) o moscas de la fruta como *Bactrocera dorsalis*. Los datos agregados de la UE muestran que las inspecciones visuales superan drásticamente al trampeo, a pesar de que este es un método mucho más eficaz al funcionar de forma continua durante semanas.

En su conclusión, el informe subraya que, aunque la UE ha avanzado significativamente en la creación de una infraestructura defensiva contra las amenazas fitosanitarias, la robustez del sistema depende ahora de superar la fase documental. La Comisión insta a los Estados miembros a alinear sus prospecciones con los estándares científicos de la EFSA y a garantizar la disponibilidad real de personal y recursos a través de una programación sistemática de simulacros.



Bactrocera dorsalis (Alfonso Peña, GMR Canarias).

15^o

PREMIO

Convocatoria del Premio SEMh - PHYTOMA-España 2026



La Junta Directiva de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh) y **PHYTOMA-España** convocan la 15ª Edición del **Premio SEMh-PHYTOMA 2026**.

Este premio, tiene como objetivo prioritario apoyar la investigación y divulgación de los conocimientos en el área de la Malherbología en España. Asimismo, responde al deseo de la SEMh de potenciar la participación y la calidad de las comunicaciones presentadas en sus Congresos.

Las bases del premio en su 15ª Edición son:

- 1- Se concede un premio de 900€, una estatuilla por parte de PHYTOMA y Diploma de Reconocimiento por parte de la SEMh, a la mejor comunicación oral o en póster presentada por un investigador o investigadora durante su etapa de formación predoctoral.
- 2- Para optar al premio, en el momento de enviar la comunicación a la organización del congreso, deberá especificarse que dicho trabajo es candidato al premio PHYTOMA.
- 3- Para optar al premio el candidato o candidata deberá estar inscrito en el Congreso, figurar como primer autor de dicha aportación y demostrar que está en su periodo de formación predoctoral.
- 4- El Jurado estará compuesto por el Presidente de la SEMh (en calidad de Presidente), el Secretario del Comité Organizador (en calidad de Secretario), por un representante de PHYTOMA-España (como Vocal) y por los miembros del Comité Científico del Congreso (en calidad de Vocales).
- 5- En el caso que un trabajo candidato a este premio esté firmado también por un miembro del Jurado, éste pierde su derecho a voto.
- 6- Se valorará la originalidad, novedad y calidad científico-técnica del trabajo.
- 7- La decisión del Jurado se realizará en una sesión específica con este fin o a través de los informes que de los distintos miembros recoja su Secretario.
- 8- La comunicación y concesión del premio tendrá lugar durante la cena oficial del Congreso y se hará pública mediante notificación en el Boletín de la SEMh, en la revista Phytoma-España y en los medios de comunicación que se consideren oportunos.

XX CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGÍA (SEMh)

Del 20 al 22 de octubre de 2026. Madrid

Comité organizador: congreso@semh2026.es



Un estudio impulsa una estrategia biotecnológica para controlar el cotonet de Sudáfrica

Investigadores del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) y el Instituto de Biología Celular y Molecular de Plantas (IBMCP-CSIC) han llevado a cabo un estudio que impulsa una estrategia de control biotecnológico del cotonet de Sudáfrica (*Delottococcus aberiae*) en cítricos mediante RNAi, una tecnología que silencia genes esenciales de la plaga y puede favorecer estrategias más sostenibles de gestión integrada.

Para ello, se diseñaron moléculas de ARN de doble cadena (dsRNA) dirigidas contra genes clave relacionados con funciones vitales del insecto, como el metabolismo energético y el transporte celular. Los resultados mostraron que varios de estos genes pueden ser silenciados eficazmente, tanto por microinyección como por ingestión oral, lo que provoca mortalidad en las ninfas del cotonet.

Esta investigación proporciona una prueba de concepto sólida para el desarrollo futuro de bioinsecticidas basados en RNAi contra *D. aberiae*. "Este estudio se enmarca en las prioridades del IVIA, la primera de las cuales es sin duda la sanidad vegetal: la lucha contra las plagas y enfermedades, y el desarrollo de nuevas metodologías que proporcionen a los agricultores herramientas eficaces para afrontarlas. Es urgente avanzar en métodos de control más selectivos, eficaces y compatibles con la gestión integrada de plagas", señala el director del Instituto, Alejandro Tena.



Los drones, una herramienta idónea para los tratamientos fitosanitarios en viñedo

El proyecto DRONVINYA, en el que participan Agrotecnio, el Clúster Vitivinícola de Catalunya, INNOVI, y las bodegas Familia Torres, Rendé-Masdéu y la Cooperativa de Vila-rodona, ha demostrado que el uso de drones para los tratamientos fitosanitarios en viñedo está técnicamente justificado, especialmente en parcelas de difícil acceso o durante periodos de lluvias continuadas que impiden la entrada de maquinaria terrestre.

Los resultados muestran que los contextos más favorables para esta tecnología son los viñedos con poco vigor vegetativo, en forma de vaso, y las aplicaciones realizadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo, preferentemente hasta principios de junio.

Los investigadores también alertan de que las aplicaciones con dron requieren unas condiciones muy concretas para garantizar su eficacia y seguridad. Las pulverizaciones deben realizarse en situaciones de calma atmosférica y respetando estrictamente las franjas de seguridad, ya que los sistemas de pulverización centrífuga de los drones son especialmente sensibles al viento.

El uso de drones para tratamientos fitosanitarios continúa sin estar autorizado de forma general en España, donde todavía prevalecen las restricciones asociadas a las aplicaciones aéreas. En cambio, países como Alemania, Francia o Suiza ya disponen de marcos regulatorios que permiten este tipo de aplicaciones bajo condiciones estrictas, especialmente en viñedos situados en pendientes pronunciadas.



Galicia reclama el uso de drones contra el gusano defoliador del maíz

La Xunta de Galicia ha instado a los productores gallegos a aplicar productos fitosanitarios contra el gusano defoliador del maíz, *Mythimna unipuncta*, y ha solicitado al ministerio que agilice las negociaciones ante la Unión Europea para poder aplicarlos mediante el uso de drones, que "reducen los costes de producción, aumentan la eficiencia y, a diferencia de los medios mecánicos, no dañan el cultivo cuando el maíz alcanza un alto grado de crecimiento".

Este lepidóptero afecta a numerosas especies vegetales, sobre todo maíz y gramíneas. Los daños son provocados por la alimentación de las larvas, que atacan principalmente la base de las plantas. En las praderas pueden causar la desaparición de las gramíneas y, en el caso del maíz, llegar a consumir todo el follaje excepto el nervio central. Para prevenir la afectación de *M. unipuncta*, la Xunta cuenta con trampas de feromonas distribuidas por toda Galicia, sobre todo en A Coruña, y tiene previsto instalar más trampas para capturar el mayor número de ejemplares posibles.

Esta especie está presente en Galicia desde hace décadas y ya ocasionó daños importantes en los años noventa. En los últimos años no se habían registrado afecciones significativas hasta 2023, cuando se observaron importantes poblaciones y daños en diferentes zonas. En 2026 se han vuelto a registrar una presencia destacada de la plaga, con abundantes ejemplares y afecciones en diversos cultivos y praderas. Las condiciones climáticas favorables, especialmente las temperaturas elevadas, pueden contribuir a mantener la actividad de la plaga y disparar sus poblaciones durante el año.

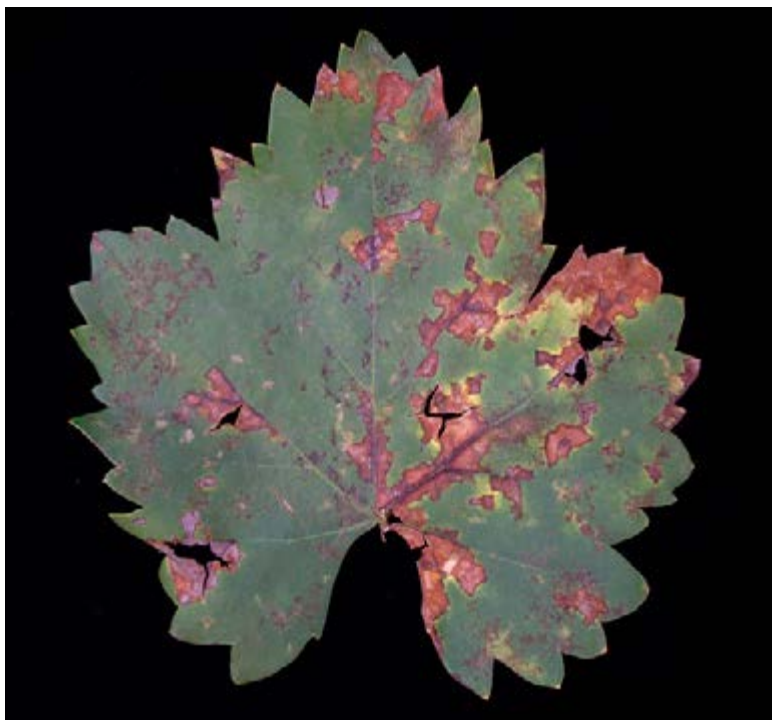


Las nuevas resistencias al mildiu obligan a reforzar las estrategias preventivas

Recientemente, se han detectado en Francia casos de resistencia de *Plasmopara viticola*, responsable del mildiu de la vid, a los inhibidores internos de la quinona (Qil) y a los inhibidores de unión tipo estigmatelina (QioSI), que se suman a la ya extendida resistencia a los inhibidores externos (Qol). Esta situación tiene su reflejo en el ámbito nacional, donde un estudio de 2023 en viñedos de Rioja Alavesa y Txakoli ha identificado poblaciones con una sensibilidad reducida al ametoctradin.

Ante este escenario, FRAC España (Comité de Acción para la Resistencia a los Fungicidas) recomienda la adopción de estrategias de prevención adaptadas a las condiciones meteorológicas, especialmente durante el periodo de floración al de cuajado, que es el momento de mayor sensibilidad al ataque del patógeno. Esta estrategia debe ir dirigida a las infecciones primarias, ya que es necesario mantener el inóculo lo más bajo posible. En situaciones de infecciones secundarias y alta presión de la enfermedad, el programa de protección debe mantener una cobertura constante de la vegetación antes de episodios de lluvia o periodos prolongados de humedad.

Una gestión inadecuada de estas resistencias no solo compromete el rendimiento del cultivo, sino que puede derivar en un uso excesivo de fungicidas. Por ello, FRAC España recomienda el uso de modelos predictivos climáticos para anticipar los periodos de infección y esporulación, facilitando así una toma de decisiones precisa.



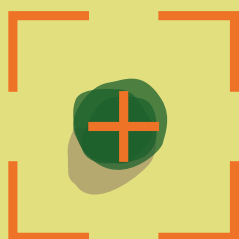


PHYTOMA

Encuentro Internacional
PHYTOMA-España sobre

PHYTOLIVO

RETOS DEL OLIVAR: CONOCIMIENTOS Y MEDIOS
PARA UNA FITOSANIDAD EN CAMBIO



04-05
NOV.
2026

Auditorio
de Dcoop
ANTEQUERA
Málaga

Con la
colaboración:



DCOOP
Tierras con Alma

www.phytoma.com · comunicacion@phytoma.com · tel. 34 96 382 65 11



Pre-Programa

INTRO

El cultivo del olivo se encuentra inmerso en una profunda transformación. El cambio climático, con su efecto sobre plagas y enfermedades, y la situación de los recursos básicos (escasez de agua, falta de materias activas, carestía de insumos...) están tensionando a las fincas de tal modo que hay que recurrir al mayor número posible de ventajas para poder asegurar la cosecha. El propósito de PHYTOLIVO es recopilar el conocimiento de los retos fitosanitarios actuales (explosiones de algodoncillo, barrillos, enfermedades...); novedades en los insumos vinculados a la fitosanidad (nuevos fitosanitarios); otros medios de defensa como los biotecnológicos; el papel creciente de los bioestimulantes; cambios de estrategia (pasar del 'efecto de choque' al 'efecto acumulativo' y la prevención); profundizar en el avance de conocimientos aplicados a los servicios ecosistémicos; y también abordar para los asesores técnicos, cuyo papel se hace más necesario: nuevos modelos predictivos fitosanitarios, software específicos,... en definitiva, la actualidad en Tecnología de la Eficiencia.

PONENCIA INAUGURAL

La sanidad vegetal en el olivar: desafíos actuales y tendencias emergentes.
Prof. Enrique Quesada Moraga. Catedrático de Producción Vegetal. Universidad de Córdoba. Dpto. de Agronomía. ETSIAM.ceiA3

BLOQUE I • Claves legislativas para la transformación del Sector

Nuevo Reglamento de Producción Integrada de Olivar.
D. Manuel Forastero. Servicio de Sanidad Vegetal. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía

Ayuda para las Agrupaciones de Producción Integrada de Olivar.
D. Rafael Sánchez Trujillo. Jefe del Servicio de Sanidad Vegetal. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía

Presencia de sustancias activas de uso fitosanitarios en masas de agua. Prevención.
D. Sergio Ruiz de Castro. Servicio de Sanidad Vegetal. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía

Marco legal y tendencias en la aplicación fitosanitaria con drones.
D^a Almudena Labrador Santiuste. Jefa de Servicio de la Subdirección General de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA

BLOQUE II • Variedades, Aspectos Agronómicos y Servicios Ecosistémicos: soluciones para la olivicultura del futuro

'Urgavona', 'Castula' e 'Ilturgitana': tres nuevas variedades resistentes a la Verticilosis del olivo.
Dr. Lorenzo León Moreno. Investigador Titular, Centro IFAPA "Camino de Purchil", Granada

Equilibrio nutricional en el olivo. Elementos limitantes, retos presentes y escenarios futuros.
D. Juan Carlos Hidalgo Moya. Ingeniero Agrónomo. Técnico Especialista Titular. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria (IFAPA)

Cocultivo en olivo: ¿una alternativa sostenible frente al estrés salino?
D^a María del Pilar Cordovilla Palomares. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén

Cubiertas vegetales y Agricultura de Conservación: claves para un olivar más resiliente.
D. Francisco Sánchez Ruiz. Ingeniero de Montes. Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos, AEACSV

Fomento de las poblaciones de enemigos naturales en el olivar y control biológico por conservación en un escenario de cambio climático.
Dra. Francisca Ruano Díaz. Catedrática del Departamento de Zoología, Universidad de Granada

BLOQUE III • Retos actuales de la Sanidad Vegetal en el Olivar

Actualización de la Estrategia de Control del Algodoncillo.
D. Manuel Ruiz Torres. Responsable Unidad Entomología. Laboratorio Producción y Sanidad Vegetal de Jaén

Consolidación de la captura masiva de la mosca de la aceituna.
D. Joan Porta Ferré. Tècnic de la Secció d'Agricultura i Sanitat Vegetal a les Terres de l'Ebre (DARPA)

***Acutaspis paulista* en el nordeste peninsular: primera detección documentada en Europa y nuevo reto para la sanidad vegetal en olivo.**
D. Jordi Mateu i Pozuelo. Responsable de la Unidad de Sanidad Vegetal en Girona de la Generalitat de Catalunya

Enfermedades aéreas del olivo: epidemiología y manejo del emplomado.
Prof. Juan Moral. Grupo UCOLIVO, Laboratorio de Epidemiología y Control, Universidad de Córdoba

Nuevas enfermedades aéreas que afectan al olivar en seto, intensivo y tradicional: incidencia, sintomatología y distribución geográfica.
D. Antonio Díaz Aguilar. Director Técnico de Agroconsulting

BLOQUE IV • Bioestimulantes & Biocontrol: avances aplicados al cultivo

Marco Normativo de los Productos Bioestimulantes.
D^a Camino García. Directora General AEFA, Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes

Bioestimulantes microbianos en olivar: beneficios, retos y oportunidades para una producción más sostenible.
Dra. Maria João Valente Soares Ferreira e Silva. Departamento de Biología, Universidad de Aveiro / CESAM – Centre for Environmental and Marine Studies, Portugal

Avances en el control biológico de las principales enfermedades del olivar en Andalucía: Proyecto BIOLIVE.
Dr. Carlos Agustí Brisach. Profesor Titular de Universidad; Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba

Selección de agentes de biocontrol frente a la antracnosis y tuberculosis del olivo: un reto hacia el futuro del olivar.
D^a Luiza Sánchez Pereira. Doctoranda FPI; Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba

Ingeniería ecológica del microbioma del olivo para la protección frente a enfermedades.
Dra. Blanca B. Landa. Profesora de Investigación. Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Córdoba

BLOQUE V • Tecnología de la Eficiencia

App para la recogida de datos de monitoreo de plagas en PI de Andalucía.
D. Joaquín Castillo. Servicio de Sanidad Vegetal. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía

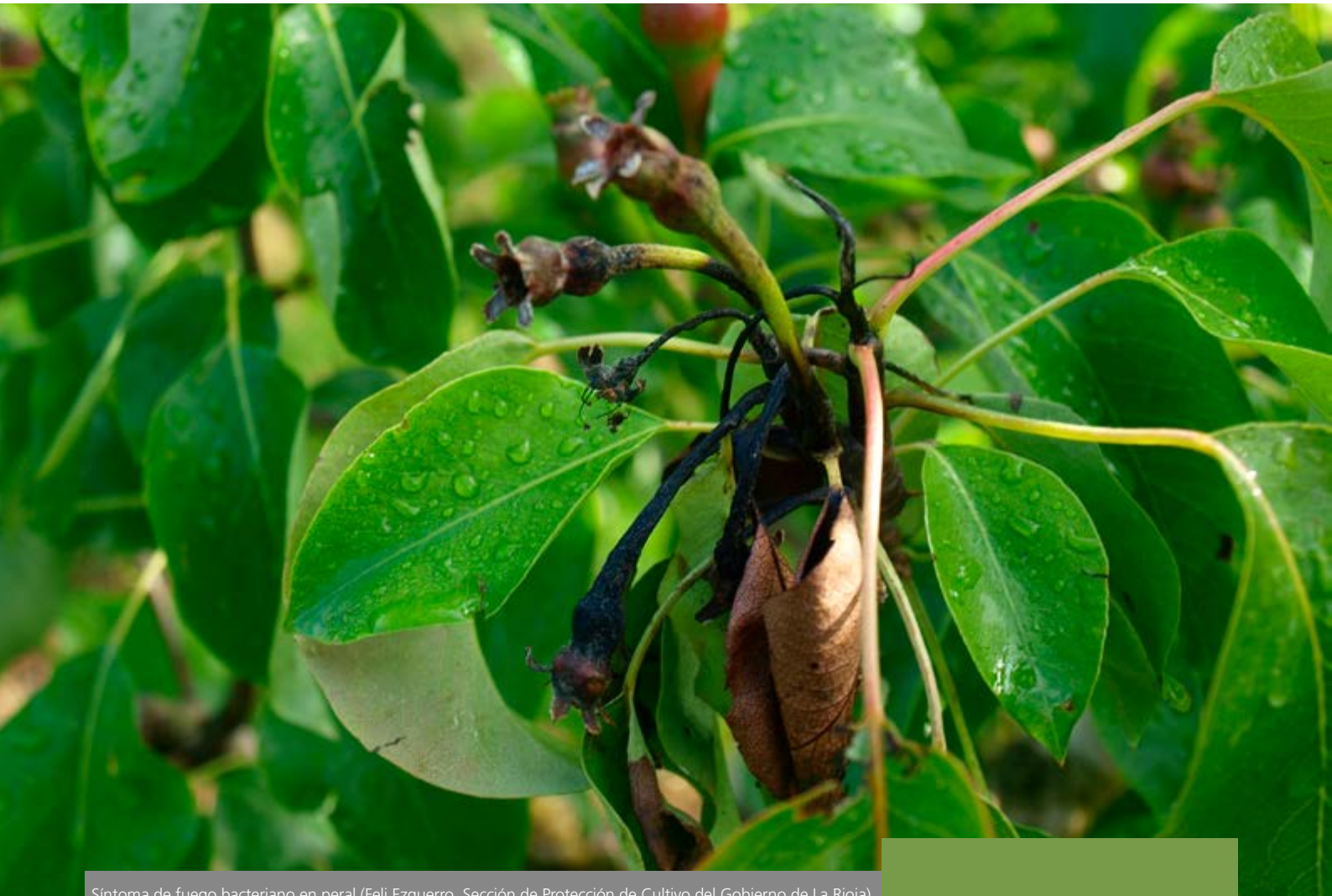
Emisión biomimética de compuestos volátiles y modelos predictivos para el control integrado de la mosca del olivo.
Dra. Araceli Sánchez Ortiz. Investigadora Titular del Área de Agroindustria y Calidad Alimentaria del IFAPA Centro Venta del LLano de Mengíbar, Jaén. Y Dr. Pablo Cano Marchal. Profesor titular del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática de la Universidad de Jaén

Hacia la transición digital del seguimiento poblacional de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera: Tephritidae).
Prof. Meelad Yousef Yousef. Profesor Permanente Laboral y Subdirector de la Unidad de Excelencia DAUCO, Unidad de Entomología Agrícola, Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba

Herramientas de sensorización proximal para la detección y vigilancia temprana de enfermedades vasculares en olivar.
Dr. Juan A. Navas Cortes. Investigador Científico. Instituto de Agricultura Sostenible, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Córdoba

Drones y agricultura de precisión en olivar: de la aplicación fitosanitaria indiscriminada a la aplicación quirúrgica.
D. Agustín Andreu García. Director Fundación pública JAV (Jaén Agritech Ventures)

Protección Inteligente en Cultivos Leñosos.
Dr. Manuel Pérez Ruiz. Catedrático de Universidad. Universidad de Sevilla



Síntoma de fuego bacteriano en peral (Feli Ezquerro, Sección de Protección de Cultivo del Gobierno de La Rioja).

El fuego bacteriano. Avances y estrategias de manejo tras más de dos siglos de su descubrimiento

Emilio Montesinos Seguí

Patología Vegetal

Instituto de Tecnología
Agroalimentaria-CIDSAV

Universitat de Girona, Girona

emilio.montesinos@udg.edu

El fuego bacteriano es una de las enfermedades más graves que afectan a los frutales de pepita, especialmente al manzano y al peral. Está causado por la bacteria *Erwinia amylovora*, un patógeno altamente contagioso que puede provocar la muerte de árboles y arbustos sensibles. Desde su detección inicial en Estados Unidos en el siglo XVIII, la enfermedad se ha extendido por numerosos países, incluyendo España, donde apareció en 1995. Su desarrollo depende de factores como la virulencia de la bacteria, las condiciones climáticas y la sensibilidad de las variedades cultivadas. El diagnóstico requiere análisis de laboratorio, principalmente mediante técnicas moleculares como la qPCR. La principal vía de dispersión a largas distancias es el movimiento de material vegetal infectado. El control resulta difícil una vez establecida la enfermedad, porque el control mediante bactericidas, bioplaguicidas o inductores de defensas es poco efectivo, por lo que las medidas preventivas, la detección temprana, la erradicación de focos y el uso de material vegetal sano son fundamentales para limitar su impacto económico y agrícola.

El fuego bacteriano es la enfermedad más grave que afecta a los frutales, ornamentales y forestales de pepita de la subfamilia Amigdaloidae (sin. Spiroideae, Pomoideae) de la familia de las rosáceas, que incluye cultivos de alto valor económico como el manzano y el peral, aunque puede afectar a cerca de doscientas especies distribuidas en más de cuarenta géneros. La gravedad de la enfermedad se debe a que es muy contagiosa, de difícil control una vez introducida en una zona, y ocasiona la muerte de los árboles y plantas sensibles (Figura 1).

La enfermedad se debe a infecciones por bacterias de la especie *Erwinia amylovora*, considerada un microorganismo de cuarentena de zonas protegidas y como regulada no cuarentenaria en la Unión Europea.

La genómica ha permitido avanzar notablemente en el conocimiento de *E. amylovora* y actualmente, se dispone de unos trescientos genomas secuenciados, configurando un pangenoma de unas 3,8 Mb, que refleja una notable homogeneidad. Este pangenoma agrupa a las poblaciones globalmente prevalecientes en un superclado principal que presentan una similitud genómica superior al 99,9%, lo que indica una estructura poblacional marcadamente clonal. En el potencial evolutivo de la bacteria es

de gran importancia el papel de los plásmidos que le permiten una gran capacidad de adaptación a condiciones adversas y a un gran número de especies huéspedes.

Perspectiva histórica

La enfermedad fue descrita por primera vez en el año 1780 por Thomas Burril en el estado de Nueva York (EE UU), extendiéndose posteriormente a todas las zonas próximas. Más tarde fue descrito en Nueva Zelanda en 1919, en Europa en 1957 en el sur de Inglaterra y en los Países Bajos, y en África, en Egipto, hacia 1960. Desde entonces y hasta la actualidad se ha extendido por Europa desde el Norte y desde el Sur hacia la franja de países que incluye España, Italia, Austria, Suiza, Hungría y los países balcánicos. También ha sido descrito en Israel, el Norte de África (Marruecos) y algunos países de Oriente Medio y Próximo (EPPO).

En España, el fuego bacteriano se detectó por primera vez en 1995 en el País Vasco, en un vivero de la Diputación en Lezo, en la provincia de Guipúzcoa. Posteriormente, durante el período 1995-2011, se fueron detectando diferentes focos en la zona Nordeste (País Vasco, Navarra, Aragón y Cataluña) y en la Meseta Central (Castilla y León, Madrid y Castilla-La Mancha), Cantabria, Extremadura, así como algunas

intercepciones en Alicante y Andalucía (Figuras 2, 3 y Tabla 1). Durante este período se adoptaron medidas obligatorias de erradicación que permitieron retrasar o evitar grandes pérdidas económicas y la reconversión varietal que tuvo lugar en otros países europeos. A partir de 2011 la situación se complicó considerablemente y muchas zonas de España dejaron de ser Zona Protegida. La dinámica de aparición de los primeros focos sugiere que, en muchos casos, el material vegetal fue el origen de la introducción.

Factores que influyen en el desarrollo del fuego bacteriano

El fuego bacteriano es una enfermedad compleja ya que se trata de una bacteria con un ciclo epifítico (en la superficie de la planta) y una vez infecta los órganos (flores, frutos, hojas, brotes) se disemina de forma endofítica aprovechando el sistema vascular (Figura 4). Las epidemias solo son graves algunos años, pero que pueden resultar devastadoras, ya que producen la muerte de árboles y arbustos. La evolución de la enfermedad está en función de la cantidad de inóculo del patógeno y de su virulencia, de las condiciones ambientales favorables y del grado de sensibilidad del hospedador.



Figura 1. Síntomas de fuego bacteriano en peral, una de las especies de frutales de pepita más afectadas por la enfermedad (panel superior). Erradicación de árboles afectados (panel inferior).

La sensibilidad varietal es uno de los aspectos más relevantes a nivel epidemiológico, ya que existe un amplio abanico de sensibilidad dentro de las variedades de cada especie, sobre todo en manzano y peral. Cabe destacar que no existen variedades resistentes, en el sentido estricto de su definición en Patología Vegetal; existen variedades más tolerantes que otras. Desgraciadamente, las variedades de manzano y peral con mayor valor comercial suelen estar entre las más sensibles al fuego bacteriano.

Otro aspecto que interesa es el hecho de que también existen diferencias notables entre la virulencia con que se desarrollan los focos de la enfermedad cuando otros factores como las condiciones ambientales o sensibilidad varietal son similares. Esta virulencia se puede estudiar mediante inoculaciones en plantas hospedadoras, como peral, y en condiciones de bioseguridad para evitar su diseminación (Figura 5). Una explicación que hemos propuesto es que se debe a diferencias en agresividad de las cepas aisladas de

dichos focos. Así lo demostramos en un estudio con una colección de aislados, la mayoría de los focos españoles (Figura 6). Este aspecto contrasta bastante con el hecho de la naturaleza prácticamente clonal a nivel genotípico de *E. amylovora*.

El conocimiento de las condiciones que afectan a las epidemias de fuego bacteriano ha permitido desarrollar modelos predictivos del riesgo, como el modelo MARYBLTY, que relaciona la fenología del hospedador y la sensibilidad varietal con el clima (temperatura y humectación). Los momentos de mayor riesgo de infección se producen durante la floración (hasta la caída de pétalos) y en situaciones en las que pueden producirse heridas por factores climáticos más o menos extremos (tormentas, granizo, etc.). Estos sistemas predictivos son útiles porque ayudan a programar los muestreos e inspecciones y a delimitar zonas de riesgo agroclimático. También es posible elaborar mapas de riesgo, como el que se realizó en la región Nordeste de la península ibérica durante un período de 5-10 años a partir de datos meteorológicos.

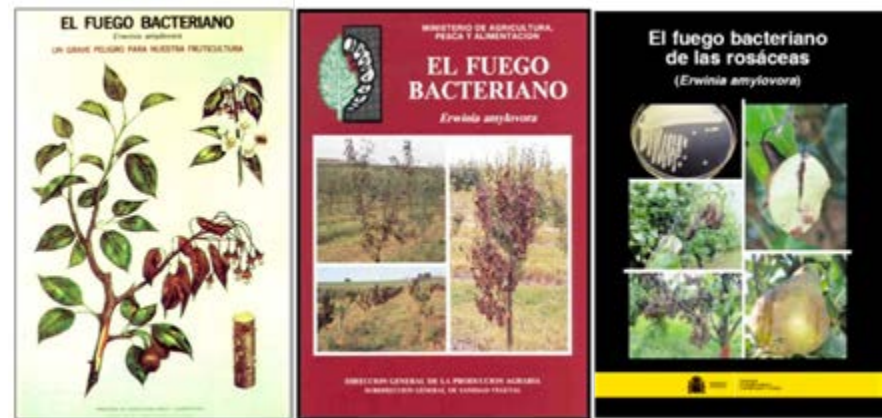


Figura 2. Boletines informativos y libro sobre el fuego bacteriano publicados por las autoridades españolas antes y después de la aparición de los primeros focos y establecimiento de la enfermedad en España.

Tabla 1. Cronología de la introducción y evolución del fuego bacteriano en España.

Año	Zona afectada	Descripción
1995	Guipúzcoa (País Vasco)	Primera detección del fuego bacteriano en España, en una plantación de manzano para sidra (Lezo).
1996	Guipúzcoa y Navarra	Aparición de nuevos focos próximos al inicial; aplicación de medidas de erradicación.
1996	Segovia	Primer foco detectado fuera del norte peninsular, asociado a material vegetal portador.
1997–1998	País Vasco y Navarra	Detección de focos esporádicos y refuerzo de las prospecciones fitosanitarias.
1998–1999	Lleida y Guadalajara	Nuevos focos en Cataluña y Castilla-La Mancha; algunos brotes son erradicados.
2000–2002	Aragón y La Rioja	Identificación de nuevos focos; incremento del control en viveros y restricciones al movimiento de material vegetal.
2003–2008	Norte y noreste peninsular	Reaparición de focos en zonas previamente afectadas; en algunas áreas la erradicación deja de ser viable.
2010–2011	Varias CC. AA.	Pérdida del estatus de “Zona Protegida” frente a <i>E. amylovora</i> en determinadas regiones.
2012–2020	Navarra, Aragón, Cataluña, C. Valenciana	El patógeno se considera establecido en determinadas comarcas; el objetivo pasa de erradicación a contención.
2021–2026	Toda España	Mantenimiento de programas oficiales de vigilancia y control.

Detección

Los síntomas del fuego bacteriano no son suficientes para su diagnóstico, ya que pueden confundirse con los de otras enfermedades y plagas, siendo siempre necesaria la confirmación mediante análisis de laboratorio que detecte la presencia de la bacteria *Erwinia amylovora* o de alguno de sus componentes específicos. Existe un protocolo de diagnóstico publicado por la Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas (OEPP), basado en el aislamiento del patógeno a partir de muestras de material vegetal, inmunodiagnóstico (ELISA) o amplificación génica específica (PCR).

El método más recomendado es la qPCR dirigida al gen *amsC* que codifica para la síntesis de amilovorano, un mucopolisacárido de la cubierta de la bacteria, aunque existen otros genes diana en plásmidos presentes de forma más o menos universal en *E. amylovora*. Sin embargo, en infecciones antiguas o en determinadas épocas del año el

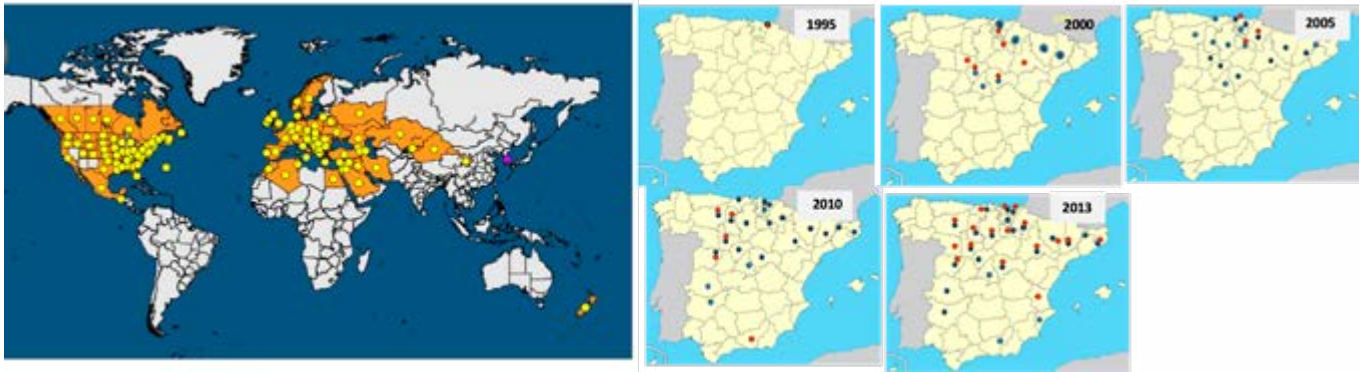


Figura 3. Distribución del fuego bacteriano a nivel mundial (fuente EPPO) y evolución en España desde el inicio hasta 2013 (datos suministrados por Miguel Cambra).

rastró de la bacteria puede detectarse por métodos moleculares, pero no aislarse en cultivo, lo que sugiere la entrada en un estado viable pero no cultivable (VBNC), con importantes implicaciones epidemiológicas, ya que las células VBNC pueden reactivarse bajo condiciones favorables y actuar como inóculo primario. El desarrollo de técnicas como la PCR digital de viables (v-dPCR) permite el monitoreo de reservorios latentes y evaluar el riesgo de reinfección. Todas estas metodologías son las utilizadas en los laboratorios de Sanidad Vegetal para la detección del fuego bacteriano.

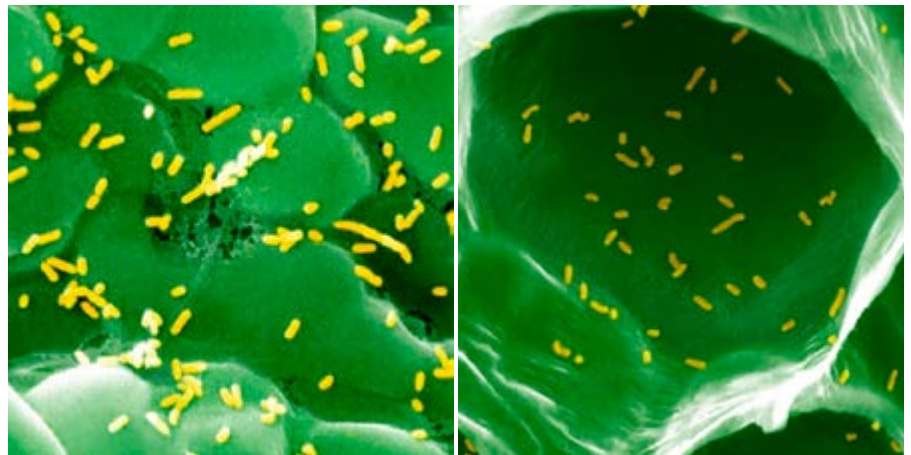


Figura 4. Colonización de células de *E. amylovora* en nectarios de una flor de manzano (panel izquierdo) e invasión del sistema conductor (panel derecho).

Rastreo del origen de focos de la enfermedad

En la difusión del fuego bacteriano se han implicado tanto factores climáticos (lluvia sola o tormentas en combinación con viento y aerosoles), como diversas labores de manejo de las explotaciones (utilaje, poda, recolección, etc.), insectos polinizadores e incluso aves. Sin embargo, el mayor riesgo de difusión de la enfermedad hacia zonas no afectadas reside en la introducción de material vegetal portador de *E. amylovora*.

Aunque se han realizado estudios epidemiológicos en focos de nueva aparición para establecer su origen, existen dificultades para tipificarlos debido a la extremadamente baja variabilidad genética de los aislados de *E. amylovora*.

El desarrollo de numerosas herramientas de caracterización molecular, como REP-, ERIC- y BOX-PCR, PFGE y análisis de VNTRs y SSRs han permitido realizar estudios de diversidad y discriminación a escala local y regional. La



Figura 5. Invernadero de bioseguridad de la Universitat de Girona y ensayos de infección y control de fuego bacteriano. Se muestran los diferentes síntomas típicos en plantas inoculadas con una cepa muy agresiva.

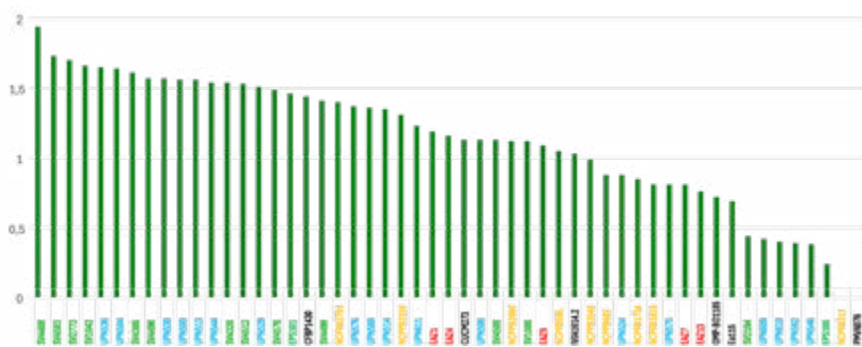


Figura 6. Espectro de agresividad de una colección de 36 cepas de *E. amylovora* aisladas de la península ibérica inoculadas en peral. Se muestra la velocidad de progresión de la infección (según el modelo de progresión de Gompertz). También se incluye alguna cepa de referencia de otros países. Códigos de colores: rosado, colección inglesa; amarillo, Servicio de Investigación Agraria (SIA); azul, Sanitat Vegetal Catalunya; verde, Universidad Pública de Navarra; gris, Universitat de Girona (tomado y modificado de Cabrefiga y Montesinos, 2005).

aplicación de marcadores de mayor resolución, como espaciadores CRISPR individuales, minisatélites genómicos y repeticiones de aminoácidos en proteínas específicas, ha permitido también discriminar cepas extremadamente similares. Dichos estudios han permitido realizar análisis filogenéticos y rastrear en algunos casos el origen de los focos y su patrón de diseminación.

Manejo del fuego bacteriano

Los métodos de control del fuego bacteriano han resultado poco eficaces para evitar la extensión y erradicar la enfermedad en aquellos países donde esta es epidémica y no se aplicaron medidas estrictas durante los primeros focos. Sin embargo, cuando se han aplicado correctamente, se ha conseguido al menos retrasar su introducción y expansión, lo que ha permitido ganar tiempo para adaptar el sector.

Una vez introducido y establecido el fuego bacteriano en una zona, su control ha sido difícil y únicamente es posible aplicar medidas de convivencia, lo que ha obligado a una profunda transformación de los sectores productores de manzana, pera, membrillero, níspero y planta ornamental y forestal. Por todo ello, la estrategia a adoptar debe basarse en el control integrado, utilizando todas las herramientas disponibles fundamentadas tanto en la detección precoz y en los sistemas de predicción de riesgo como en las medidas preventivas.

Las medidas más eficaces para evitar la introducción del fuego bacteriano

y su diseminación son, sin duda, las preventivas, consistentes principalmente en el uso de material vegetal libre de la bacteria. El pasaporte fitosanitario, obligatorio en la UE, es una herramienta muy eficaz en este sentido y constituye una herramienta muy valiosa para prevenir la introducción del fuego bacteriano. Sin embargo, existen indicios actualmente de la introducción de la enfermedad a través de material de vivero con pasaporte ZP, ya que este no es infalible.

Una vez afectada por fuego bacteriano una parcela de cultivo, vivero, jardín o bosque, lo más aconsejable en zonas donde ya está establecido es la erradicación del foco, lo que implica la destrucción mediante quema del material afectado y del material circundante. En las zonas protegidas es obligatorio por normativa, estableciéndose un perímetro de seguridad a su alrededor con inmovilización del material y seguimiento exhaustivo, entre otras medidas.

Los métodos de control químico son, en general, poco eficaces si se comparan con los utilizados frente a otras enfermedades, como las causadas por hongos mediante fungicidas, ya que se dispone de un número muy limitado de productos autorizados, a pesar de la intensa actividad investigadora desarrollada en este ámbito. Estos métodos se aplican siempre de forma preventiva para evitar la colonización de los árboles y plantas por el patógeno, ya que no existen tratamientos curativos contra el fuego bacteriano.

Actualmente, en la Unión Europea solo están autorizados productos cúpricos (cobre tribásico, hidróxido, óxido, oxiclóruo y caldo bordelés) y algunos productos biológicos e inductores de defensas. Los productos cúpricos se basan en la liberación de cobre metálico, que posee actividad bactericida, pero presentan el inconveniente de su fitotoxicidad durante la floración, una baja penetración en los tejidos de la planta, la imposibilidad de aplicarlos en postfloración debido a los residuos y la limitación normativa de la cantidad total que puede aplicarse. Los antibióticos como tetraciclina, kasugamicina y estreptomycin no están autorizados en la UE (aunque sí en EE UU y otros países), tienen un efecto bactericida directo sobre *E. amylovora* y son los productos más eficaces. Sin embargo, presentan el inconveniente de que pueden seleccionar cepas resistentes que transmiten la resistencia a través de procesos de conjugación mediante plásmidos, como en el caso de la resistencia en bacterias patógenas de interés clínico.

Los métodos de control biológico se basan en microorganismos (bacteriófagos, bacterias y hongos) antagonistas de *E. amylovora*. En la UE están autorizados la bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* QST713, dos cepas del hongo *Aureobasidium pullulans* (DSM14940, DSM14941) y una mezcla de bacteriófagos denominada PEA-2, estos dos últimos con autorizaciones temporales especiales. Sin embargo, en otros países de fuera de la UE están autorizadas cepas de *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*.

Además, existen una serie de productos que, en principio, no presentan actividad inhibitoria directa sobre *E. amylovora*, pero que ejercen actividad de control debido a sus efectos sobre la fisiología de la planta hospedadora, estimulando en algunos casos sus mecanismos de defensa. Es el caso de la laminarina o de los fosfonatos (fosfito, fosetyl-Al), la prohexadiona cálcica, y el cerevisano, aunque no específicamente autorizados para control del fuego bacteriano. Los desinfectantes como el peróxido de hidrógeno o ácido hipocloroso solo

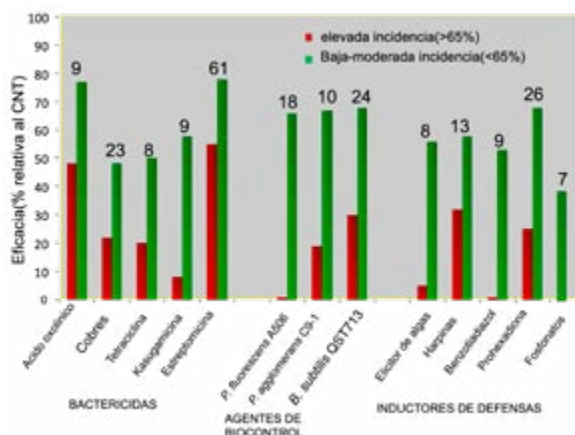


Figura 7. Eficacia de control del fuego bacteriano comparando distintos bactericidas, agentes de biocontrol y estimulantes de defensas, en función del nivel de ataque de la enfermedad en los controles no tratados. Tomado de H. K. Ngugi, B. L. Lehman, and L. V. Madden. Phytopathology 2011.

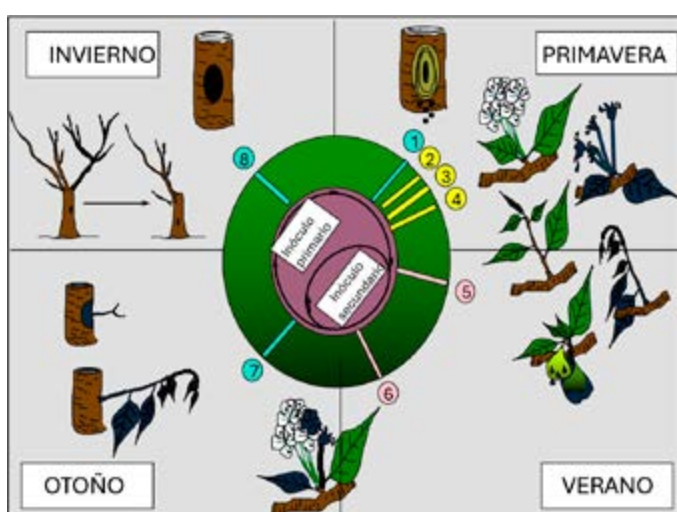


Figura 8. Diagrama que muestra el ciclo biológico del fuego bacteriano en relación con la sintomatología y ubicación de los tratamientos en un programa de control integrado (números en color azul, productos cúpricos; en color amarillo, productos biológicos; en color rosado, estimuladores de defensas).

están autorizados para desinfección de herramientas y útiles, pero no para su aplicación directa en el cultivo.

La eficacia tanto de los productos químicos como de los biológicos o estimuladores de defensas depende en gran medida de la presión de la enfermedad, de modo que esta se reduce significativamente en ataques severos (Figura 7). En condiciones de afectación baja, todos los productos presentan eficacias significativas, aunque generalmente nunca superiores al 80%.

En cuanto a otros productos, se han ensayado metabolitos producidos por microorganismos, extractos vegetales o péptidos antimicrobianos naturales o sintéticos, que en algunos casos se encuentran todavía en fase de desarrollo. También se han evaluado

técnicas de termoterapia aplicadas a plantones, aunque deben vigilarse los posibles efectos adversos sobre la viabilidad del material vegetal. Se han obtenido variedades transgénicas o editadas genéticamente derivadas de algunas variedades comerciales, especialmente de manzano, que muestran un buen nivel de resistencia, pero actualmente no existe ninguna disponible ni autorizada en Europa.

Como recomendación general, además de las medidas de exclusión y erradicación, una estrategia de convivencia sería la siguiente (Figura 8). Realizar de dos a tres tratamientos con productos cúpricos en otoño, después de la caída de las hojas, y en invierno, antes y/o después de la poda, con el fin de proteger las cicatrices foliares y las heridas de poda, así como en prefloración. Durante la floración

se recomiendan productos biológicos mediante varias aplicaciones si persisten las condiciones meteorológicas favorables (por ejemplo, al 5%, 50% y 100% o mediante guiado con modelo de riesgo). En postfloración, pueden utilizarse estimuladores de defensas. No debe olvidarse que las medidas de tipo agronómico constituyen un buen complemento de las anteriores, como evitar el exceso de vigor mediante la limitación del abonado nitrogenado (que genera más tejido juvenil sensible a la infección), controlar las refloraciones de otoño (ya que las flores son los órganos más sensibles a la enfermedad) y evitar la poda en verde, puesto que puede favorecer la diseminación de las infecciones.

Finalmente, no se deben ocultar los síntomas mediante pequeñas podas del material visiblemente afectado (las infecciones de fuego bacteriano son internas y sistémicas), ya que se trata de una enfermedad muy contagiosa que puede desarrollarse en pocos días si no se actúa con rapidez aplicando las medidas de erradicación oportunas.

Agradecimientos

Deseo agradecer a todas aquellas personas con las que he colaborado a lo largo de treinta años en la investigación sobre esta bacteria fitopatógena y el fuego bacteriano, en diversos aspectos de la ecología, epidemiología, detección y control. En especial, a María Milagros López, "Chiqui", amiga, colega y mentora, Jesús Murillo, Miguel Cambra, Ana Palacio-Bielsa, Ester Marco y Pere Vilardell. A muchos miembros de los Servicios de Sanidad Vegetal de las CCAA, en especial a Jordi Giné y Joaquín García-Otazo. También a mis primeros doctorandos, ahora ya investigadores senior, Anna Bonaterra, Concepció Moragrega, Isidre Llorente, Jesús Francés, Jordi Cabrefiga, Jaume Alemany, Esther Badosa, y a quienes han venido después en esta temática Gemma Roselló, Núria Daranas. A los que ocuparon diversos cargos en la administración y ya no están entre nosotros, Josep Maria Vives, Ignacio Palazón, Ramón Vázquez-Hombrados por su ayuda en diferentes momentos.

Bibliografía



- Bühlmann A, Dreo T, Rezzonico F, Pothier JF, Smits TH, Ravnikař M, Frey JE, Duffy B. 2014. Phylogeography and population structure of the biologically invasive phytopathogen *Erwinia amylovora* inferred using minisatellites. *Environ Microbiol.* 2014 16(7):2112-25.
- Cabrefiga J, Montesinos E. 2005. Analysis of Aggressiveness of *Erwinia amylovora* Using Disease-Dose and Time Relationships. *Phytopathology.* 95(12):1430-7.
- Dhar BC, Delgado Santander R, Aćimović SG. 2024. Improved Canker Processing and Viability Droplet Digital PCR Allow Detection of *Erwinia amylovora* Viable Nonculturable Cells in Apple Bark. *Microorganisms.* 12(2):376.
- Donat V, Biosca EG, Peñalver J, López MM. 2007. Exploring diversity among Spanish strains of *Erwinia amylovora* and possible infection sources. *J Appl Microbiol*103(5):1639-49.
- Donat, V., Biosca, E. G., Peñalver, J., & López, M. M. (2007). Exploring diversity among Spanish strains of *Erwinia amylovora* and possible infection sources. *Journal of Applied Microbiology*, 103(5), 1639–1649.
- EFSA Panel on Plant Health. (2014). *Scientific opinion on the pest categorisation of Erwinia amylovora*. EFSA Journal, 12(12), 3922.
- EPPO. (2013). *Diagnostic protocol for Erwinia amylovora (PM 7/20)*. European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). (2022). *EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests*. EPPO.
- European Commission. (2019). *Commission Implementing Regulation (EU) 2019/2072 establishing uniform conditions for the implementation of Regulation (EU) 2016/2031*. Official Journal of the European Union.
- Jock, S., Donat, V., López, M. M., Bazzi, C., Geider, K., & Vanneste, J. L. (2013). Following spread of fire blight in Europe by molecular differentiation of *Erwinia amylovora* strains. *Acta Horticulturae*, 896, 107–114.
- Llorente, I., Badosa, E., Vilardell, P., & Montesinos, E. (2002). Epidemiological studies of fire blight in Spain. *Acta Horticulturae*, 596.
- López, M. M., Llop, P., Donat, V., Peñalver, J., Rico, A., Ortiz-Barredo, A., Murillo, J., Llorente, I., Badosa, E., & Montesinos, E. (2002). Chronicle of a disease foretold (that advances slowly): The Spanish situation. *Acta Horticulturae*, 590, 35–38.
- López, M. M., Murillo, J., Montesinos, E., & Palacio Bielsa, A. (Coords.). 2018. *Enfermedades de plantas causadas por bacterias*. Bubok; Sociedad Española de Fitopatología.
- Malnoy M, Martens S, Norelli JL, Barny MA, Sundin GW, Smits TH, Duffy B. (2012). Fire blight: applied genomic insights of the pathogen and host. *Annu Rev Phytopathol.* 50:475-94.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1999). Real Decreto 1201/1999 por el que se establece el programa nacional de erradicación y control del fuego bacteriano.
- Montesinos, E., López, M. M., & Murillo, J. (1999). Importancia y situación actual del fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*) en España: Epidemiología, daños y prevención. *Phytoma España*, 114, 128–136.
- Montesinos, E., Melgarejo, P., Cambra, M. A., y Pinochet, J. (2000). *Enfermedades de los frutales de pepita y hueso*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Ngugi, H. K., Lehman, B. L., Madden, L. V., 2011. Multiple treatment meta-analysis of products evaluated for control of fire blight in the eastern United States. *Phytopathology* 101: 512-522.
- Ordax M, Marco-Noales E, López MM, Biosca EG. 2006. Survival strategy of *Erwinia amylovora* against copper: induction of the viable-but-nonculturable state. *Appl Environ Microbiol.* 72(5):3482-8.
- Palacio-Bielsa, A., & Cambra, M. (2009). Fire blight in Spain: situation and control. *EPPO Bulletin*, 39(1), 92–97.
- Palacio Bielsa, Ana; Cambra Alvarez, Miguel A.(coord.) "El fuego bacteriano de las rosáceas (*Erwinia amylovora*)". 2º ed. Madrid: MARM, 2009. 95 p.
- Palacio-Bielsa, A., López-Quílez, A., Llorente, I., Ruz, L., López, M. M., & Cambra, M. A. (2012). Criteria for efficient prevention of dissemination and successful eradication of *Erwinia amylovora* (the cause of fire blight) in Aragón, Spain. *Phytopathologia Mediterranea*, 51(3), 505–518.
- Parcey M, Gayder S, Morley-Senkler V, Bakkeren G, Úrbez-Torres JR, Ali S, Castle AJ, Svircev AM. 2020. Comparative genomic analysis of *Erwinia amylovora* reveals novel insights in phylogenetic arrangement, plasmid diversity, and streptomycin resistance. *Genomics.* 112(5):3762-3772.
- Pirc M, Ravnikař M, Tomlinson J & Dreo T. 2009. Improved fire blight diagnostics using quantitative real-time PCR detection of *Erwinia amylovora* chromosomal DNA. *Plant Pathology* 58, 872–881.
- Steiner, P. W., & Lightner, G. W. (1996). Maryblyt: a predictive model for fire blight. *Acta Horticulturae*, 411, 203–207.

18^o

PREMIO

Convocatoria del Premio SEF - PHYTOMA-España 2026



PHYTOMA



La Junta Directiva de la Sociedad Española de Fitopatología (S.E.F.) y **PHYTOMA-España** convocan la 18^o Edición del Premio **SEF-PHYTOMA 2026**.

Este premio, que se instituyó en 1992, tiene como objetivo prioritario apoyar la investigación y divulgación de los conocimientos en el área de la Fitopatología en España. Asimismo, responde al deseo de la S.E.F. de potenciar la participación y la calidad de las comunicaciones presentadas en sus Congresos.

Las bases del premio en su 18^o Edición son:

- Todas las comunicaciones orales presentadas y que aparezcan en el libro de resúmenes, excepto expresa mención de sus autores.
- Al menos uno de los autores deberá ser miembro de la S.E.F.
- El jurado estará constituido por el Comité Científico del Congreso designado por la Junta Directiva de la S.E.F. y un representante de **PHYTOMA-España**.
- Se valorará la originalidad, el impacto y el contenido del trabajo.
- El premio consistirá en 1.500 € y escultura original, el "Campesino de Mondrian", realizada por M. Valencia.
- El resumen del trabajo premiado será publicado en la revista **PHYTOMA-España**.

XXII CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA FITOPATOLOGÍA (SEF)

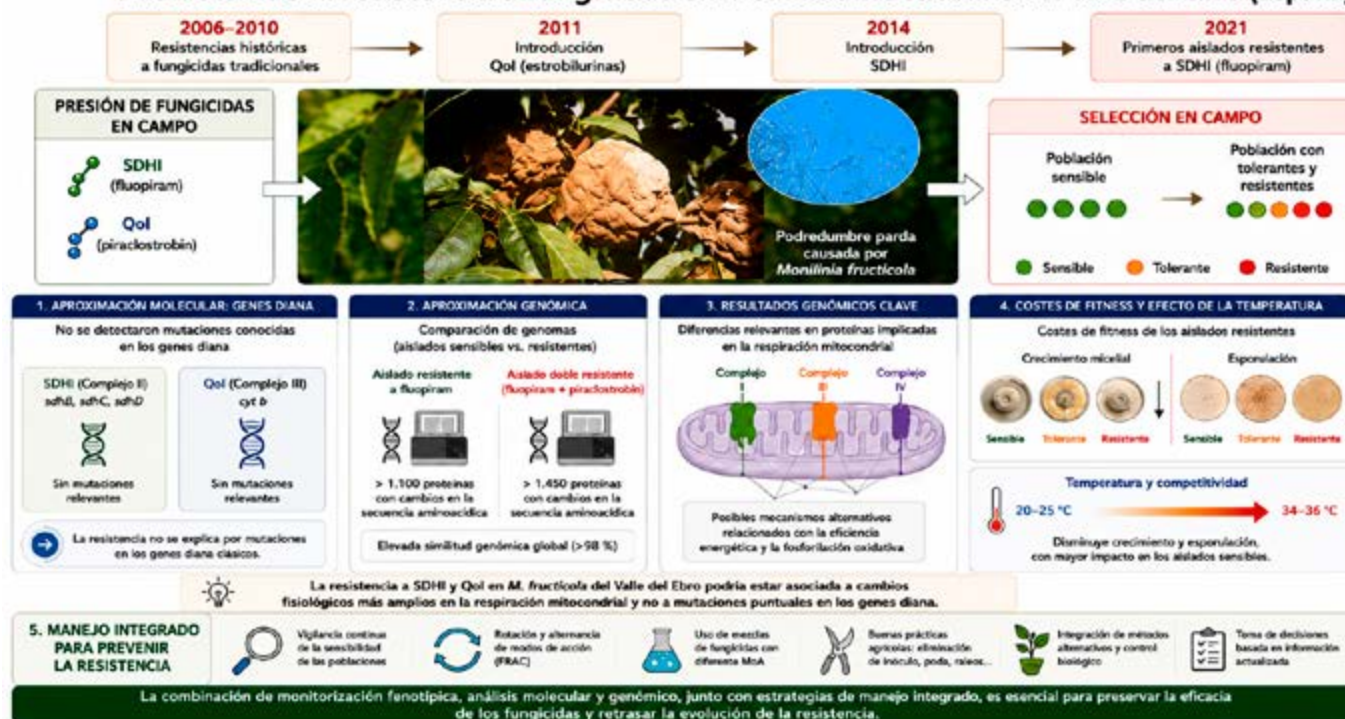
Del 19 al 22 de octubre de 2026. Palma (Mallorca)

Comité organizador: info@sefpalma2026.com



sefpalma2026.com

Evolución de la resistencia a fungicidas en *Monilinia fructicola* en el Valle del Ebro (España)



Evolución de la sensibilidad a fungicidas en poblaciones de *Monilinia* del Valle del Ebro

La podredumbre parda continúa siendo una de las enfermedades más importantes de la fruta de hueso en España, especialmente en zonas productoras como el Valle del Ebro. Su control depende en gran medida de la aplicación de fungicidas, pero la aparición de poblaciones de *Monilinia* con menor sensibilidad a determinadas materias activas constituye una amenaza para la sostenibilidad de los programas de protección.

Los estudios recientes realizados en el Valle del Ebro muestran que la resistencia a fungicidas sigue siendo minoritaria en las poblaciones de *Monilinia fructicola* y *M. laxa*. Sin embargo, se detecta una tendencia creciente hacia la tolerancia y resistencia a fluopirame, especialmente en *M. fructicola*. Por el contrario, otros fungicidas mantienen una elevada eficacia, lo que confirma que todavía existen herramientas eficaces para el control de la enfermedad si se utilizan dentro de estrategias antirresistencia adecuadas.

Además, los aislados resistentes presentan costes biológicos asociados, como menor crecimiento micelial y menor esporulación, aunque estos costes no parecen comprometer necesariamente su capacidad infectiva sobre el hospedador. La temperatura también puede modificar la competitividad relativa entre aislados sensibles y resistentes, lo que adquiere especial relevancia en un contexto de cambio climático.

Estos resultados refuerzan la necesidad de mantener la monitorización de la sensibilidad a fungicidas, alternar materias activas con diferentes modos de acción e integrar medidas culturales que reduzcan la presión de selección y la cantidad de inóculo disponible.

Belén Guijarro^{1*}, Javier Veloso², María Villarino¹, Laura Guerra¹, Rosario Torres³, María Gómez³, Inmaculada Larena¹, Paloma Melgarejo¹ y Antonieta De Cal¹

¹INIA-CSIC, Department of Plant Protection, Madrid

²Departamento de Biología Funcional, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela

³IRTA, Postharvest Programme, Edifici Fruitcentre, Parc Agrobiotech Lleida,

*guijarro.belen@inia.csic.es

Una enfermedad clave en la fruta de hueso

La podredumbre parda, causada por especies del género *Monilinia*, es una de las principales limitaciones fitosanitarias del melocotonero, la nectarina y otros frutales de hueso. En el Valle del Ebro, su importancia se debe tanto a las pérdidas que puede ocasionar en campo como a los daños que aparecen durante el periodo de postcosecha.

Desde la detección de *Monilinia fructicola* en España en 2006, esta especie ha experimentado una rápida expansión y actualmente coexiste con *M. laxa* como uno de los principales agentes causales de la enfermedad (Veloso y col., 2026). La elevada capacidad de crecimiento, esporulación y adaptación de *M. fructicola* le confiere una notable ventaja competitiva (Villarino y col., 2013). A ello se suma su capacidad para desarrollar resistencia a fungicidas, ya descrita previamente frente a metiltiofanato e iprodiona (Egüen y col 2015; 2016).

La introducción de nuevas materias activas, como los inhibidores de la quinona —QoI— y los inhibidores de la succinato deshidrogenasa —SDHI—, permitió diversificar los programas de control. No obstante, el uso continuado de estos fungicidas también ha ejercido una presión de selección sobre las poblaciones del patógeno, en el Valle del Ebro haciendo necesaria una vigilancia periódica de su sensibilidad (Guijarro y col., 2025).

Especies de *Monilinia* predominantes actualmente

Los resultados del muestreo confirman que *M. fructicola* y *M. laxa* son actualmente las especies predominantes en el Valle del Ebro. Ambas especies representaron aproximadamente el 47% y el 53% de los aislados recuperados, respectivamente (Veloso y col., 2026).

No se detectó la presencia de *M. fructigena*, lo que confirma la sustitución progresiva de esta especie sobre melocotonero observada durante la última década. Este cambio en la composición de especies es relevante desde el punto de vista epidemiológico y de manejo,

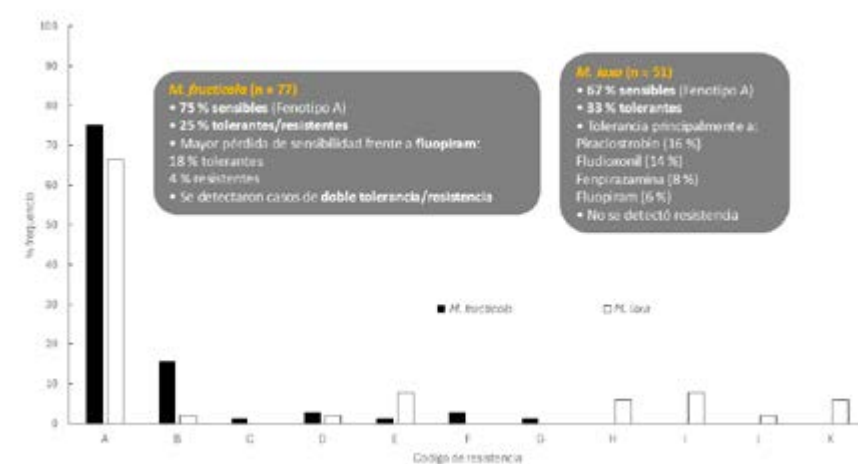


Figura 1. Frecuencia de aislados sensibles, tolerantes y resistentes de *Monilinia fructicola* y *M. laxa*. Código de resistencia (en orden) a Ciprodinil, Fenpirazamina, Fludioxonil, Fluopiram y Piraclostrobin: A=SSSSS; B=SSST; C=TSST; D=SSSTT; E=SSSST; F=SSSRS; G=SSSRR; H=STSS; I=SSST; J=STST; K=SSST.

ya que cada especie puede presentar diferencias en agresividad, capacidad de esporulación, adaptación ambiental y sensibilidad a fungicidas.

La coexistencia de *M. fructicola* y *M. laxa* obliga, por tanto, a diseñar estrategias de control que tengan en cuenta no solo la presencia del patógeno, sino también la estructura de la población y su posible evolución frente a la presión fungicida.

Situación actual de las resistencias en el Valle del Ebro

Durante 2021 se realizó un muestreo en explotaciones comerciales y centrales hortofrutícolas del Valle del Ebro. En total, se obtuvieron 77 aislados de *M. fructicola* y 51 de *M. laxa*, procedentes de melocotón, nectarina y paraguay.

Los resultados muestran que la mayoría de las poblaciones de *Monilinia* siguen siendo sensibles a los fungicidas evaluados. En *M. fructicola*, el 75% de los aislados fueron sensibles a todas las materias activas estudiadas, mientras que en *M. laxa* este porcentaje alcanzó el 67% (Figura 1).

La resistencia, por tanto, no es todavía un fenómeno generalizado. Sin embargo, la detección de aislados tolerantes y resistentes, especialmente frente a fluopiram, indica que existen subpoblaciones menos sensibles que podrían aumentar si se mantiene una presión de selección elevada.

En *M. fructicola*, más del 18% de los aislados mostraron tolerancia a fluopiram y alrededor del 4% presentaron resistencia. También se detectaron algunos aislados con tolerancia o resistencia simultánea a fluopiram y piraclostrobin, aunque con una frecuencia muy reducida.

En *M. laxa*, la situación fue diferente: no se detectaron aislados resistentes, aunque sí algunos casos de tolerancia a piraclostrobin, fludioxonil, fenpirazamina y, en menor medida, a fluopiram.

En conjunto, estos datos indican que la eficacia general de los fungicidas continúa siendo elevada, pero que la monitorización debe mantenerse para evitar que estas subpoblaciones menos sensibles se consoliden.

Fungicidas con elevada eficacia y señales de pérdida de sensibilidad

Los fungicidas evaluados continúan mostrando, en general, una buena eficacia frente a las poblaciones actuales de *Monilinia*. No obstante, los resultados permiten distinguir entre materias activas que mantienen una elevada eficacia y aquellas en las que empiezan a observarse señales de pérdida de sensibilidad.

En *M. fructicola*, fludioxonil y fenpirazamina mostraron los mejores resultados, sin detectarse aislados tolerantes o resistentes. Estos datos indican que ambas materias activas siguen siendo herramientas importantes para el control de la podredumbre parda.

En *M. laxa*, todos los aislados fueron sensibles a ciprodinil, lo que confirma también la eficacia de esta materia activa frente a la especie.

Las principales señales de pérdida de sensibilidad se observaron en los fungicidas inhibidores de la respiración, especialmente en fluopiram, perteneciente al grupo de los SDHI. La aparición de aislados tolerantes y resistentes a fluopiram en *M. fructicola* constituye el resultado más relevante desde el punto de vista del riesgo de resistencia.

Piraclostrobin, perteneciente al grupo de los QoI, mostró una situación más estable. Aunque se identificaron algunos aislados con menor sensibilidad o resistencia simultánea a fluopiram y piraclostrobin, su frecuencia fue baja.

Estos resultados sugieren que el riesgo actual se concentra principalmente en fluopiram, mientras que otros fungicidas mantienen una eficacia elevada. Sin embargo, cualquier materia activa puede perder eficacia si se utiliza de forma repetida y sin alternancia adecuada de modos de acción.

Evolución de la resistencia desde la introducción de SDHI y QoI

Para comprender la evolución temporal de las resistencias, se analizaron aislados de *M. fructicola* recogidos entre 2009 y 2021. Este periodo cubre los años previos y posteriores a la introducción comercial de piraclostrobin y fluopiram en España.

La introducción de piraclostrobin, fungicida QoI, se produjo en 2011, mientras que fluopiram, fungicida SDHI, se incorporó posteriormente, en 2014. Ambas materias activas permitieron diversificar los programas de tratamiento frente a la podredumbre parda, pero también introdujeron nuevas presiones de selección sobre las poblaciones del patógeno.

La evolución observada fue diferente para ambos fungicidas. La sensibilidad a piraclostrobin se mantuvo relativamente estable durante el periodo

estudiado (2011-2021). En cambio, la frecuencia de aislados tolerantes y resistentes a fluopiram (menor inhibición) aumentó progresivamente tras su incorporación a los programas de control (2014-2021) (Figura 2).

Este patrón sugiere una mayor presión de selección asociada al uso de fungicidas SDHI, o bien una mayor capacidad de las poblaciones de *M. fructicola* para adaptarse a esta materia activa. En cualquier caso, los resultados confirman que fluopiram requiere una vigilancia específica dentro de los programas de manejo antirresistencia.

Un aspecto especialmente interesante es que los aislados resistentes a fluopiram no presentaron las mutaciones clásicas descritas en otros

hongos fitopatógenos resistentes a esta materia activa. No se detectaron cambios relevantes en los genes *sdhB*, *sdhC* o *sdhD*, asociados a la resistencia a SDHI, ni en el gen *cyt b*, relacionado con la resistencia a QoI (Figura 3).

Ante la ausencia de estas mutaciones diana, los análisis genómicos comparativos identificaron numerosas modificaciones en proteínas relacionadas con la fosforilación oxidativa y la respiración mitocondrial. Esto sugiere que la adaptación a estos fungicidas por parte de *M. fructicola* podría responder a mecanismos fisiológicos más amplios y complejos que las mutaciones puntuales tradicionalmente asociadas a la resistencia.

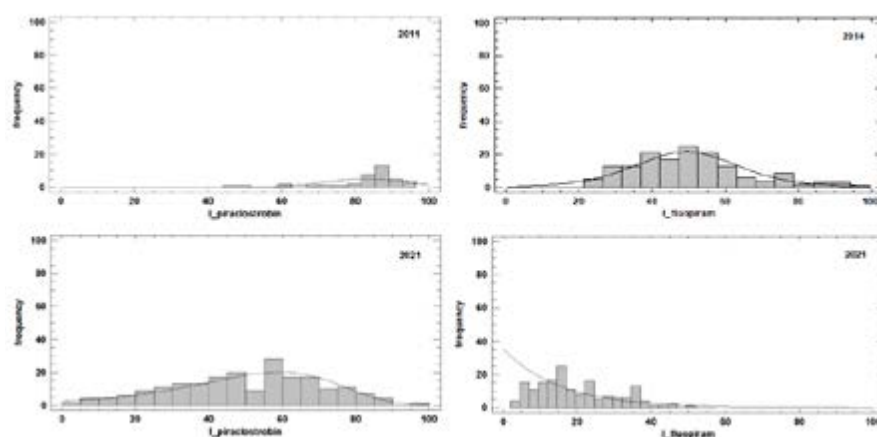


Figura 2. Frecuencia de aislados de *Monilinia fructicola* con distintos porcentajes de inhibición a la EC50 de piraclostrobin y fluopiram desde su año de introducción en campo, 2011 y 2014 respectivamente, hasta el año 2021 tras 7-10 años de aplicación.



Figura 3. Proceso de análisis molecular y la comparación genómica de los aislados resistentes a fluopiram de *Monilinia fructicola* (FRPS y FRPR) frente a un aislado sensible (FSPS).

Costes biológicos de los aislados resistentes

Una cuestión clave en la epidemiología de resistencias es si los aislados resistentes pagan un coste biológico por mantener esa condición. Este coste puede manifestarse en una menor capacidad de crecimiento, menor esporulación, menor supervivencia o menor capacidad de competir con aislados sensibles cuando desaparece la presión del fungicida.

Los resultados obtenidos muestran que los aislados de *M. fructicola* resistentes a fluopiram y piraclostrobin presentaron, en general, menores tasas de crecimiento micelial y menor capacidad de esporulación que los aislados sensibles (Figura 4). Estos datos indican la existencia de costes de aptitud biológica asociados a la resistencia.

Desde un punto de vista ecológico, este fenómeno es relevante porque podría limitar la expansión de los aislados de *M. fructicola* resistentes, cuando no se aplican fungicidas que ejerzan presión de selección a su favor. En otras palabras, si se reduce el uso repetido de una misma materia activa, los aislados sensibles de *M. fructicola* podrían mantener una ventaja competitiva en la población.

Sin embargo, los costes observados no afectan por igual a todos los componentes de la aptitud del patógeno. Cuando se evaluó la capacidad de causar enfermedad, los aislados resistentes y parcialmente resistentes de *M. fructicola* mostraron niveles de

agresividad similares o incluso superiores a los de los aislados sensibles, tanto en frutos como en tejidos florales.

Por tanto, la resistencia de *M. fructicola* puede reducir algunos componentes de la aptitud saprofítica, como el crecimiento y la esporulación, pero no compromete necesariamente la capacidad infectiva. Este resultado tiene implicaciones prácticas importantes: aunque los aislados resistentes de *M. fructicola* puedan ser menos competitivos en ausencia de fungicida, siguen siendo capaces de producir enfermedad si las condiciones son favorables.

Temperatura, cambio climático y dinámica de resistencias

La temperatura es un factor clave en el desarrollo de la podredumbre parda y puede influir tanto en la biología del patógeno como en la dinámica de las resistencias. Este aspecto adquiere una importancia creciente en un contexto de cambio climático, donde se prevé un aumento de las temperaturas medias y una mayor frecuencia de episodios térmicos extremos.

Los ensayos realizados bajo diferentes regímenes térmicos mostraron que el aumento de la temperatura redujo el crecimiento y la esporulación de todos los fenotipos de *M. fructicola* analizados.

Aunque son necesarios estudios adicionales en condiciones de campo,

estos datos indican que la temperatura debe incorporarse a la evaluación del riesgo de resistencia de *M. fructicola*. El cambio climático no solo puede modificar la presión de enfermedad, sino también alterar la dinámica evolutiva de las poblaciones del patógeno y la persistencia de los fenotipos resistentes.

Implicaciones prácticas para las estrategias antirresistencia

Los resultados obtenidos tienen una aplicación directa en el diseño de estrategias de manejo sostenible de la podredumbre parda en fruta de hueso.

La primera conclusión es que la mayoría de las poblaciones de *Monilinia* del Valle del Ebro siguen siendo sensibles a los fungicidas disponibles. Esto significa que las herramientas químicas actuales continúan siendo útiles, siempre que se empleen de forma racional.

La segunda conclusión es que fluopiram requiere especial atención. La detección de aislados tolerantes y resistentes de *M. fructicola*, junto con la tendencia creciente observada desde su introducción, indica que los SDHI deben utilizarse con prudencia, evitando aplicaciones repetidas y respetando las recomendaciones de alternancia de modos de acción.

La tercera conclusión es que la resistencia no debe interpretarse únicamente como una pérdida de eficacia asociada a mutaciones diana. En este

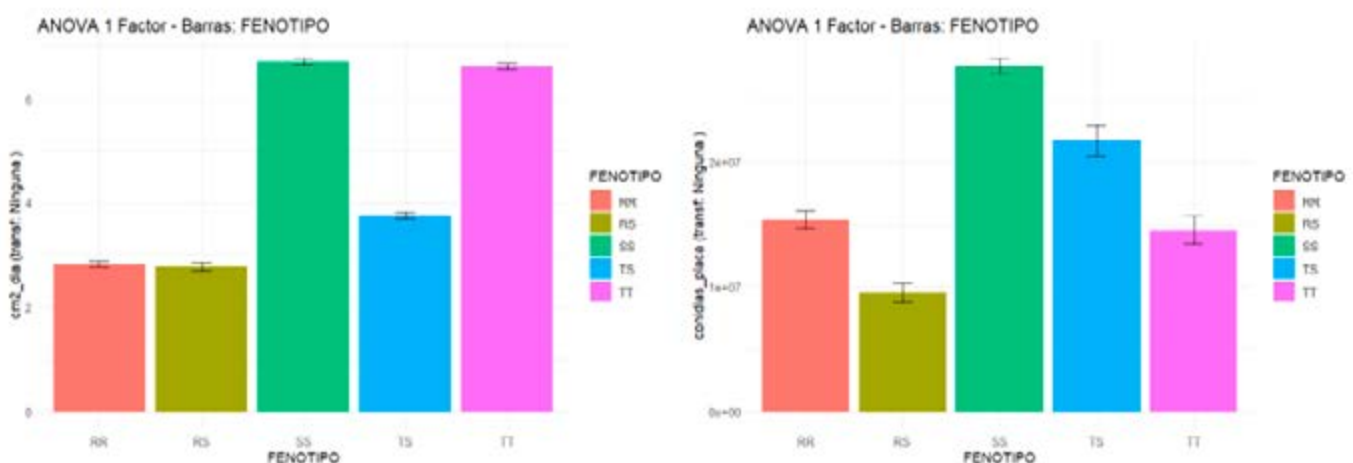


Figura 4. Velocidad de crecimiento (cm2/día) y capacidad de esporulación en medio de cultivo de los distintos fenotipos sensibles, tolerantes y resistentes de *Monilinia fructicola* a fluopiram y piraclostrobin.

caso, los mecanismos implicados en la resistencia de *M. fructicola* a fluopiram y piraclostrobin parecen ser más complejos e incluyen posibles modificaciones en rutas relacionadas con la respiración mitocondrial y el metabolismo energético. Por ello, la monitorización fenotípica debería complementarse, cuando sea posible, con herramientas genómicas.

Desde un punto de vista práctico, las estrategias antirresistencia deben apoyarse en varios principios:

- Alternar fungicidas con diferentes modos de acción.
- Evitar aplicaciones consecutivas de materias activas pertenecientes al mismo grupo FRAC.
- Reservar los fungicidas con mayor riesgo de resistencia para los momentos de mayor presión de enfermedad.
- Integrar medidas culturales que reduzcan el inóculo, como la eliminación de frutos momificados y restos infectados.

- Ajustar los tratamientos al riesgo real de infección y a las condiciones ambientales.

- Mantener programas periódicos de seguimiento de la sensibilidad de las poblaciones de *Monilinia*.

- Considerar la influencia de la temperatura y de los escenarios climáticos futuros en la evolución de las resistencias.

La gestión sostenible de la podredumbre parda no puede basarse únicamente en la sustitución de unas materias activas por otras. Requiere una estrategia integrada que combine control químico, manejo cultural, vigilancia epidemiológica y conocimiento de la biología del patógeno.

Conclusión

La resistencia a fluopiram y piraclostrobin sigue siendo minoritaria en las poblaciones de *Monilinia fructicola* del Valle del Ebro. Sin embargo, la aparición progresiva de aislados tolerantes y resistentes a fluopiram constituye una señal de alerta que no debe ignorarse.

Los resultados disponibles indican que los mecanismos implicados en la resistencia de *M. fructicola* frente a fluopiram y piraclostrobin, pueden ser más complejos que las mutaciones clásicas descritas para otros patógenos, lo que refuerza la necesidad de combinar la monitorización de la sensibilidad con aproximaciones moleculares y genómicas.

Además, los aislados resistentes de *M. fructicola* presentan costes biológicos que pueden limitar parcialmente su expansión, aunque mantienen una elevada capacidad infectiva. La temperatura, por su parte, puede modificar la competitividad relativa entre fenotipos sensibles y resistentes, lo que introduce un nuevo factor de complejidad en el contexto del cambio climático.

En este escenario, preservar la eficacia de los fungicidas disponibles frente a *M. fructicola* exige anticiparse a la evolución de las resistencias. La alternancia de modos de acción, la reducción de la presión de selección, la integración de medidas culturales y la vigilancia continua deben ser la base de los programas de manejo sostenible de la podredumbre parda en fruta de hueso.

Agradecimientos

Este estudio surge de la iniciativa de FRAC España y está financiado por éste a través de AEPLA mediante dos contratos de soporte tecnológico: CON21-189 con el CSIC, y el contrato (nº12331) con el IRTA, así como por el proyecto PID2023-147610B/MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

Bibliografía

- ! Egüen, B., Melgarejo, P., & De Cal, A. (2015). Sensitivity of *Monilinia fructicola* from Spanish peach orchards to thiophanate-methyl, iprodione, and cyproconazole: fitness analysis and competitiveness. *European Journal of Plant Pathology* 141, 789–801. DOI 10.1007/s10658-014-0579-2
- Egüen, B., Melgarejo, P., & De Cal, A. (2016). The effect of fungicide resistance on the structure of *Monilinia laxa* populations in Spanish peach and nectarine orchards. *European Journal of Plant Pathology* 145:815–827. DOI 10.1007/s10658-016-0871-
- Guijarro B, Gómez M., Larena I., Melgarejo P, Teixidó, N., De Cal A., & Torres R., 2025. Caracterización de la resistencia a fungicidas en *Monilinia* spp. de frutales de hueso del Valle del Ebro. *PHYTOMA España* / Nº 367 / Abril 2025
- Veloso, J., Villarino M., Guerra L., Vazquez F, Cabrera JE., Torres R., Gómez M., Larena I., Melgarejo P, De Cal A., & Guijarro B. 2026. Fungicide resistance profile of *Monilinia fructicola* and *M. laxa* isolates from commercial peach and nectarine orchards in Ebro Valley (Spain) *Plant Pathology*, 2026. 75: e70213. DOI:10.1111/ppa.70213.
- Villarino, M., Egüen, B., Lamarca, N., Segarra, J., Usall, J., Melgarejo, P., & De Cal, A. (2013). Occurrence of *Monilinia laxa* and *M. fructigena* after introduction of *M. fructicola* in peach orchards in Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 137, 835–845. DOI 10.1007/s10658-013-0292-6



SUMITOMO CHEMICAL

Creative Hybrid Chemistry
For a Better Tomorrow

Soluciones en Frutales de Hueso

Juvinal[®] 10 EC

PyGanic[®]

**KenoTrap[®]
Completo**

Berelex[®] 40SC

Intuity Pro[®]

Zicron[®]

**BoronBoost
Prime[™]**



KENOGARD

CULTIVAMOS LA INVESTIGACION • 研究深耕
Kenogard, S.A.U. es una empresa de Sumitomo Chemical Co., Ltd.

www.kenogard.es

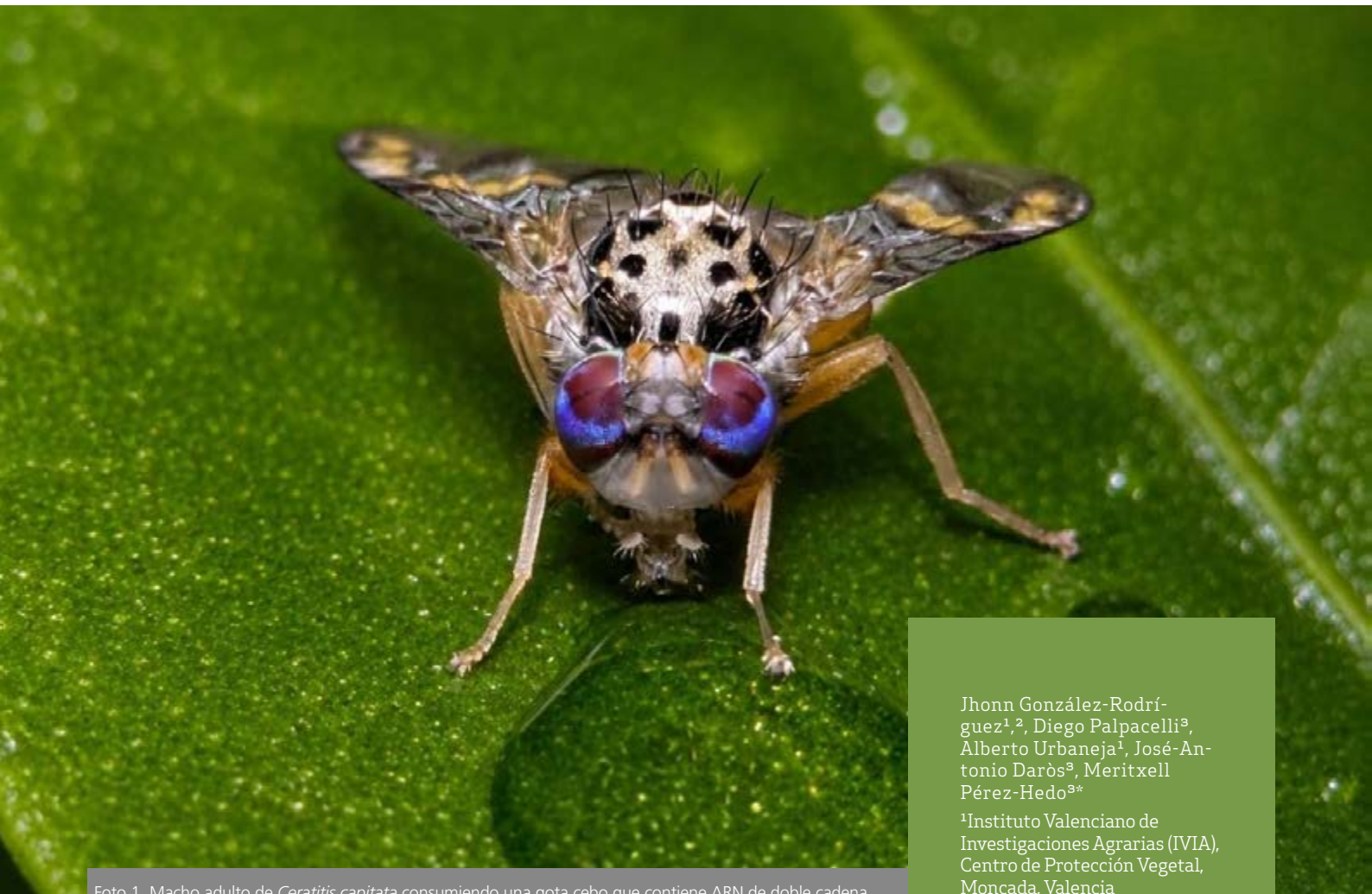


Foto 1. Macho adulto de *Ceratitidis capitata* consumiendo una gota cebo que contiene ARN de doble cadena.

Aplicación de RNAi mediante cebos proteicos para el control de *Ceratitidis capitata*: eficacia en semicampo y efectos sobre organismos no diana

El RNA de interferencia (RNAi) se perfila como una alternativa prometedora para el control selectivo de plagas. Uno de los principales retos para su aplicación práctica es contar con un método de administración que garantice que el insecto objetivo consuma cantidades suficientes de ARN de doble cadena en un breve periodo de tiempo.

En nuestro trabajo se evaluó una estrategia de aplicación de dsRNA dirigido contra los genes *V-ATPasa* y *RPS13* de *Ceratitidis capitata*, mediante gotas de cebo proteico aplicadas en condiciones controladas de semicampo.

Se analizó el efecto de ambas secuencias sobre la infestación de frutos y el desarrollo larvario. Además, se estudió en condiciones de laboratorio la selectividad de estas gotas cebo al alimentar con ellas a dos especies no objetivo de interés agronómico: el parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* y la mosca frugívora *Drosophila suzukii*.

Palabras clave: RNAi, mosca mediterránea, cebo, organismos no objetivo.

Jhonn González-Rodríguez^{1,2}, Diego Palpacelli³, Alberto Urbaneja¹, José-Antonio Daròs³, Meritxell Pérez-Hedo^{3*}

¹Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Centro de Protección Vegetal, Moncada, Valencia

²Programa de Doctorado en Recursos y Tecnología Agrícola, Escuela de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia (UPV)

³Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Universitat Politècnica de València), Valencia

Desde que se descubrió como un mecanismo natural de silenciamiento génico en organismos eucariotas, el ARN de interferencia (RNAi) ha permitido estudiar la función de muchos genes y, más recientemente, se ha convertido en una herramienta prometedora para el control selectivo de plagas agrícolas en un contexto de reducción de materias activas y de la necesidad de herramientas más específicas.

En condiciones normales, nuestros genes producen ARN mensajero (ARNm) mediante un proceso llamado transcripción, para que posteriormente se traduzca y los genes se expresen. Las células eucariotas utilizan el RNAi como un sistema de regulación de la expresión génica. El proceso comienza cuando la célula genera ARN de doble cadena (dsRNA), que pasa por un complejo proceso enzimático hasta unirse al ARNm correspondiente, lo que bloquea su traducción y, por tanto, interfiere con la expresión génica.

En el control de plagas, este mecanismo se aprovecha mediante el diseño de ARN de doble cadena específico

co de genes esenciales del insecto. Cuando ese ARN entra en las células del insecto, se activa el mecanismo de RNAi y se reduce la expresión del gen objetivo, lo que afecta su supervivencia o su desarrollo.

Actualmente existen dos productos comerciales basados en RNAi para uso agrícola. El primero es SmartStax® PRO, un maíz modificado genéticamente que combina proteínas Bt con ARN de doble cadena dirigido al gen *DvSnf7* para controlar *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Lepidoptera: Chrysomelidae). El segundo es Calantha®, el primer producto pulverizable basado en ARN de doble cadena, dirigido al gen *Snf7* del escarabajo de la patata *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Otro producto cercano a su lanzamiento es Norroa™, un acaricida basado en dsRNA contra el gen *CaM* del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Parasitiformes: Varroidae), que reduce sus poblaciones sin perjudicar a las abejas.

Estos ejemplos muestran el potencial del RNAi como herramienta de con-

trol altamente específica; no obstante, su desarrollo ha requerido superar, además de los desafíos regulatorios de esta nueva tecnología, diversas limitaciones técnicas. Entre ellas destaca el diseño preciso de las secuencias, que deben presentar la longitud y el grado de identidad adecuados para lograr un silenciamiento eficaz del gen diana, minimizando al mismo tiempo posibles efectos sobre especies no objetivo. Otro reto importante es la producción de dsRNA a gran escala, ya que la síntesis *in vitro* resulta poco viable para aplicaciones a gran escala. Finalmente, es necesario desarrollar métodos de aplicación que garanticen la ingestión de cantidades suficientes de dsRNA por el insecto para activar eficazmente el mecanismo de RNAi y desencadenar efectos letales o subletales.

En este trabajo exploramos la aplicación del RNAi en la mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). En estudios previos, nuestro grupo diseñó y evaluó varias secuencias de dsRNA dirigidas contra genes esenciales



Foto 2. Vista general de las instalaciones del ensayo de semicampo.

del tefrítido. Tras diferentes ensayos, dos de ellos redujeron la probabilidad de supervivencia de *C. capitata*, con efectos subletales importantes (Ortolá y col., 2023). Una dirigida a la subunidad A de la ATPasa vacuolar (*V-ATPase*) y otra a la proteína Ribosomal S13 (*RPS13*). En esta nueva fase, avanzamos hacia condiciones más cercanas al campo, produciendo cantidades elevadas de dsRNA y evaluando su efecto sobre el daño en la fruta causado por el tefrítido.

Metodología

Para la producción del dsRNA utilizamos un sistema basado en dos intrones autocatalíticos (patente EP19382997) que permite generar ARN de doble cadena circular muy estable, empleando la cepa HT115 de *Escherichia coli* (Ortolá y col., 2023). Tras producir biomasa bacteriana de las cepas modificadas, se extrajo ARN, obteniendo cantidades suficientes para los ensayos.

Como método de aplicación de dsRNA, se emplearon gotas gruesas formuladas con proteína hidrolizada como atrayente alimenticio, azúcar como fagoestimulante y ARN de doble cadena como bioinsecticida. Esta técnica se basa en la estrategia de atracción y muerte mediante cebos alimenticios, ampliamente utilizada para aplicar insecticidas contra la mosca mediterránea. Las gotas actúan como puntos de cebo que facilitan su rápida localización en campo por los adultos de *C. capitata*, promo-

viendo su ingestión y, en consecuencia, la eficacia del tratamiento.

Para evaluar el efecto de los tratamientos de cebo sobre el daño en la fruta, las gotas de cebo se aplicaron sobre plantones confinados en jaulones dentro de un invernadero, cada uno con cuatro manzanas colgadas como fruto centinela. Tras la aplicación, se liberaron machos y hembras de *C. capitata* y, transcurridos varios días, se recolectaron los frutos para monitorizar la aparición de larvas y la formación de pupas. De forma complementaria, se analizaron los niveles de expresión de los genes objetivo en adultos supervivientes.

Dado que se trata de una tecnología novedosa, es fundamental demostrar su grado de especificidad. Las secuencias de dsRNA podrían activar el mecanismo de RNAi en organismos con suficiente homología genética. Al incorporar atrayentes alimenticios a nuestras gotas de cebo, estas podrían ser ingeridas por organismos no objetivo. Por ello, se evaluó, en condiciones de laboratorio, su impacto sobre dos especies no objetivo: la avispa parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), utilizada en el control biológico de tefrítidos, y la mosca de las alas manchadas *Drosophila suzukii* Matusumura (Diptera: Drosophilidae).

Resultados

Al analizar la expresión relativa de genes en los adultos del ensayo con fruta

centinela, ambas secuencias redujeron la expresión de los genes objetivo. Sin embargo, solo el dsRNA dirigido a la *V-ATPasa* redujo la aparición de larvas y la formación de pupas procedentes de la fruta centinela recolectada.

En los ensayos de selectividad no se observaron efectos negativos sobre la supervivencia ni sobre los niveles de expresión de los genes homólogos a los genes diana de *C. capitata* en ninguna de las especies evaluadas. En *D. suzukii* tampoco se observaron cambios en la fecundidad ni en la fertilidad. De forma interesante, en *D. longicaudata* se registró un incremento de las tasas de parasitismo sobre las larvas de la mosca mediterránea de la fruta en comparación con el tratamiento de control, lo que podría reforzar su papel en programas de control biológico.

Conclusión

En conjunto, los resultados demuestran que las gotas con dsRNA aseguran una ingestión suficiente del cebo para inducir la respuesta de RNAi y lograr un silenciamiento significativo de los genes diana. La secuencia dirigida a la *V-ATPasa* se perfila como una opción prometedora para reducir la presión de *C. capitata* en condiciones cercanas a las del campo, manteniendo un perfil de seguridad favorable para organismos beneficiosos. Este avance representa un paso relevante hacia la integración de tecnologías basadas en RNAi en las estrategias de manejo integrado de las moscas de la fruta.

Bibliografía

- ! Ortolá B, Urbaneja A, Eiras M, Pérez-Hedo M, Daròs JA. RNAi-mediated silencing of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) endogenous genes using orally-supplied double-stranded RNAs produced in *Escherichia coli*. Pest Manag Sci. 2024 Mar;80(3):1087-1098. doi: 10.1002/ps.7839. Epub 2023 Nov 2. PMID: 37851867.



Herramientas moleculares para el diagnóstico de enfermedades fúngicas en cultivos leñosos

Laura Romero Cuadrado, Ana Aguado y Nieves Capote

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria Pesquera Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), Centro Las Torres. Alcalá del Río, Sevilla

Las enfermedades de la madera causadas por hongos de la familia Botryosphaeriaceae representan una amenaza creciente para cultivos leñosos como almendro, aguacate y arándano. Su capacidad para producir infecciones latentes y manifestarse generalmente cuando la planta sufre estrés dificulta su detección y favorece su dispersión a través del material vegetal. En este artículo se revisan las herramientas moleculares más avanzadas para su diagnóstico, desde la PCR en tiempo real (qPCR) hasta la secuenciación masiva (NGS), y se muestran los resultados de un estudio que revela una elevada incidencia de infecciones latentes y complejas coinfecciones fúngicas en estos cultivos. La combinación de ambas tecnologías no solo mejora la detección temprana de patógenos, sino que también permite comprender mejor la diversidad microbiana asociada a las enfermedades de la madera y avanzar hacia estrategias de manejo preventivo más eficaces y sostenibles.

Las enfermedades de la madera en cultivos leñosos

Uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la agricultura actual es el control de enfermedades y plagas en un contexto marcado por la progresiva restricción del uso de fitosanitarios químicos en la Unión Europea, el cambio climático y la creciente globalización del material vegetal. Los cultivos leñosos afrontan un aumento de las enfermedades de la madera causadas por diversos hongos, entre los que destacan los pertenecientes a la familia Botryosphaeriaceae, que incluye numerosos géneros como *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Lasiodiplodia* y *Neofusicoccum*. Estos patógenos afectan a numerosos cultivos como almendro, aguacate y arándano, provocando daños severos que reducen de forma significativa su producción y generan importantes pérdidas económicas, especialmente por el arranque de árboles jóvenes afectados.

Descripción de síntomas

En almendro, la enfermedad se ha descrito como Decaimiento por *Botryosphaeria* o más recientemente como el Síndrome del Decaimiento del Almendro (ADS), en el que especies de Botryosphaeriaceae actúan como los patógenos primarios, mientras que otros hongos pueden participar como patógenos secundarios. Los síntomas incluyen la formación de chancros en la horquilla y en las ramas basales, gomosis, necrosis de los tejidos internos y decaimiento general, con muerte ocasional de la planta, especialmente en árboles jóvenes de reciente plantación (Figura 1). En aguacate, las especies de Botryosphaeriaceae causan muerte regresiva o seca de ramas, una enfermedad caracterizada por la formación de chancros en tronco y ramas, acompañados de exudados cristalizados, necrosis interna de los tejidos y progresiva pérdida de vigor del árbol (Figura 2). En arándano, la enfermedad se conoce como *tizón rojo* y se caracteriza por decaimiento, decoloración interna de la madera, muerte de ramas y, ocasionalmente, muerte completa de la planta (Figura 3).



Figura 1. Síntomas de infección por Botryosphaeriaceae en almendro: a. Chancros y gomosis en la horquilla del árbol. b. Decaimiento del árbol. c y d. Necrosis interna en haces vasculares y médula.



Figura 2. Síntomas de infección por Botryosphaeriaceae en aguacate: a. Muerte regresiva de ramas. b. Frutos momificados y seca apical de ramas. c. Necrosis de tejidos internos. d. Necrosis interna de frutos.

La amenaza silenciosa de los hongos en cultivos leñosos

Los hongos de la familia Botryosphaeriaceae pueden infectar la planta de forma latente sin causar síntomas visibles, lo que dificulta enormemente su detección y control. Los síntomas suelen manifestarse cuando la planta se ve sometida a estrés, ya sea biótico (infección por otros patógenos o ataque de plagas), o abiótico (limitación o exceso de agua, nutrientes o temperatura). En este contexto, la detección preventiva de estos hongos constituye una de las estrategias de control más exitosas.

Métodos de detección preventiva

Tradicionalmente, la detección de hongos patógenos que infectan a las plantas se realiza mediante el cultivo de los tejidos afectados en medios de cultivo para crecimiento de hongos. Estos métodos son laboriosos y requieren de conocimientos de taxonomía para una correcta identificación. En los últimos años se han desarrollado herramientas moleculares basadas en PCR convencional y PCR en tiempo real (qPCR) que permiten la detección y cuantificación de especies de Botryosphaeriaceae, incluso de manera simultánea (qPCR múltiple) (Romero-Cuadrado y col., 2024). Estos métodos son más sensibles, rápidos y fiables que los aislamientos tradicionales en medio de cultivo. No obstante, en árboles enfermos es frecuente la presencia de infecciones múltiples, tanto de distintas especies de Botryosphaeriaceae como de otros hongos que, aun en baja proporción, pueden influir en el desarrollo y la severidad de la enfermedad. Por ello, la identificación de especies coinfectantes en plantas sintomáticas resulta clave para comprender mejor la etiología y diseñar estrategias de control más eficaces.

NGS, qué es y para qué sirve

La secuenciación masiva o NGS (*Next Generation Sequencing*), también conocida como HTS (*High Throughput Sequencing*), está a la vanguardia de los métodos moleculares de identificación y diagnóstico. Esta



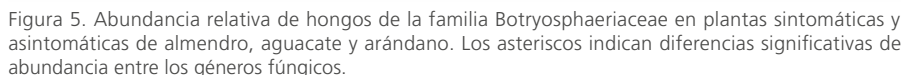
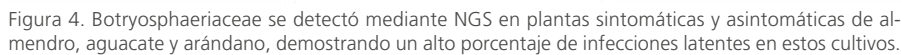
Figura 3. Síntomas de tizón rojo causado por Botryosphaeriaceae en arándano: a. Muerte regresiva de ramas. b. Seca apical de brotes. c. Chancros en ramas d. Muerte de la planta.

tecnología permite detectar y cuantificar de forma relativa todos los microorganismos presentes en una muestra, sin necesidad de aislarlos previamente en cultivo. En fitopatología, su uso es cada vez más frecuente para el diagnóstico de enfermedades, la identificación de nuevos patógenos y la caracterización de la diversidad de las poblaciones de microorganismos. Aunque el análisis por NGS no permite una cuantificación absoluta tan precisa como la qPCR y es más costosa, es fundamental para comprender la complejidad de las infecciones y la interacción entre hongos patógenos, saprófitos y potenciales agentes de biocontrol. El uso complementario de ambas herramientas permite integrar de forma eficiente un diagnóstico sensible y preciso en campo y en vivero mediante qPCR, y el análisis de la composición y diversidad de la comunidad fúngica, incluyendo la de-

tección de patógenos emergentes o minoritarios, mediante NGS.

Análisis en almendro, aguacate y arándano

Nuestro grupo analizó la microbiota fúngica, con especial atención a la familia Botryosphaeriaceae, en plantas sintomáticas y asintomáticas de almendro, aguacate y arándano mediante NGS *metabarcoding*. Estos resultados se compararon con los obtenidos mediante qPCR triple para la detección simultánea de *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum parvum* y la familia Botryosphaeriaceae. Los resultados mostraron que estos hongos no solo están presentes en plantas enfermas, sino también en un elevado porcentaje de plantas sin síntomas (60%, 73% y 66% en almendro, aguacate y arándano, respectivamente) (Figura 4).



Diplodia y *Dothiorella*, también formaron parte del complejo fúngico de plantas sintomáticas y asintomáticas, con variaciones en su abundancia según el cultivo (Figura 5).

tivos: muchas plantas presentaron simultáneamente más de un género de Botryosphaeriaceae, especialmente en aguacate, donde se detectaron hasta seis géneros en un mismo árbol. Esta complejidad subraya la necesidad de estrategias de diagnóstico que no se limiten a identificar un único patógeno, sino que permitan detectar también patógenos minoritarios con un papel potencialmente relevante en el desencadenamiento, la virulencia y el desarrollo de la enfermedad.

Uno de los resultados clave de este estudio fue la detección, mediante análisis NGS, de otros hongos patógenos de la madera en árboles sintomáticos de almendro, además de especies de Botryosphaeriaceae. Entre ellos se identificaron miembros de los géneros *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Phaeoacremonium*, *Diaporthe* y *Cytospora*, que no se detectaron en árboles asintomáticos. Estos resultados apoyan la idea de que el decaimiento por Botryosphaeria constituye un síndrome complejo, recientemente denominado Síndrome del Decaimiento del Almendro (ADS) en el que las especies de Botryosphaeriaceae actúan como patógenos primarios y otros hongos pueden desempeñar un papel secundario de inducción o agravamiento de síntomas (Luque-Cruz y col., 2026).

Asimismo, se identificaron en algunos casos hongos de los géneros *Trichoderma* y *Clonostachys*, aunque su presencia en plantas tanto sintomáticas como asintomáticas no permite esclarecer aún su papel como potenciales agentes de control biológico de esta enfermedad de la madera.

La combinación de herramientas moleculares avanzadas abre nuevas oportunidades para la gestión de enfermedades en cultivos leñosos. La combinación de qPCR y NGS permite no solo la detección temprana de patógenos conocidos, sino también la

identificación de especies emergentes y coinfecciones complejas.

Las tecnologías de secuenciación de tercera generación amplían aún más estas posibilidades. En el futuro, su

aplicación conjunta con estudios integrales del microbioma, incluyendo bacterias y virus, permitirá diseñar estrategias de manejo más sostenibles basadas, por ejemplo, en el uso de comunidades microbianas beneficio-

sas. Todo ello contribuirá a reducir la dependencia de productos químicos y a desarrollar sistemas agrícolas más resilientes frente al cambio climático y a las crecientes restricciones normativas.

Bibliografía



Luque-Cruz C, Capote N, Marco-Noales E, Palomares-Rius JE, Morán F, Armengol J, and Agustí-Brisach C (2026) Insights into the Aetiology of Almond Canker Diseases and Decline Syndromes: An Emerging and Complex Phytopathological Challenge. *Plant Pathology* 75, no. 1: e70126

Romero-Cuadrado L, Aguado A, Ruano-Rosa D, Capote N* (2024) Triplex real-time qPCR for the simultaneous detection of *Botryosphaeriaceae* species in woody crops and environmental samples. *Frontiers in Plant Science* 15:1435462.

Novedad editorial

Enfermedades de la vid. Biología y Manejo Integrado es un compendio actualizado de las principales enfermedades del cultivo de la vid y su manejo integrado. Consta de dos capítulos introductorios sobre la historia del cultivo de la vid y su impacto socio-cultural; y sobre conceptos básicos de Patología Vegetal que ayudan a la comprensión de los 10 capítulos restantes, los cuales están dedicados a enfermedades causadas por hongos y oomicetos, bacterias, fitoplasmas, virus y viroides, nematodos, y alteraciones abióticas. En cada uno de ellos se profundiza en los aspectos básicos del agente fitopatógeno, y se revisan las principales enfermedades asociadas a cada uno de ellos, su etiología, epidemiología y manejo integrado. Para su redacción, se ha tratado de emplear un lenguaje científico-técnico sencillo a la vez que, de elevado rigor científico, con una cuidadosa ilustración de tablas, fotos y figuras para facilitar la comprensión y fomentar una lectura amena. Este libro pretende ser una herramienta de trabajo práctica y de gran utilidad para investigadores, profesores, estudiantes de agronomía y enología, y técnicos y profesionales del sector, dirigida a mitigar los efectos negativos de las enfermedades de la vid.



21€

192 páginas

Autor-editor: Carlos Agustí Brisach
+ 17 autores contribuyentes



**Elena Seris-Barrallo,
Pilar Sandín-España,
Maria Jose López-López,
Miguelina Mateo-Miranda,
Carmen López-Goti,
Jose Luis Alonso-Prados**

Unidad de Productos
Fitosanitarios, INIA-CSIC

Extrapolación de residuos de fitosanitarios de cítricos a aguacate para el establecimiento de LMR: una solución práctica para cultivos menores

La escasa disponibilidad de productos fitosanitarios autorizados para cultivos menores como el aguacate representa un reto significativo para el manejo integrado de plagas. Esta limitación se debe, en gran parte, a la dificultad de establecer Límites Máximos de Residuos (LMRs) conforme al Reglamento (CE) n.º 396/2005, ya que los ensayos de residuos, exigidos por la legislación comunitaria, resultan económicamente inviables en cultivos de escasa superficie. En este contexto, la extrapolación de datos de residuos desde cultivos mayores se presenta como una estrategia eficaz para ampliar los usos autorizados. En este trabajo se propone una nueva extrapolación desde el cultivo de cítricos (naranjas y mandarinas) al cultivo de aguacate, basándose en similitudes agronómicas, estructurales y en la presencia de plagas comunes. Se realizaron ensayos de campo en aguacate con cinco sustancias activas (diclorprop-P, etoxazol, fenpiroximato, hexitiazox y espiroclorfenol), replicando las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) previamente utilizadas en cítricos. El análisis de residuos se efectuó mediante un método multirresiduo validado, basado en QuEChERS y LC-MS/MS. Los resultados demostraron niveles de residuos en aguacate iguales o inferiores a los obtenidos en cítricos, y la evaluación de riesgo alimentario indicó una contribución dietética significativamente menor del aguacate frente a los cítricos, tanto en población adulta como infantil. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de la extrapolación para el establecimiento de LMR. La propuesta ha sido presentada ante el Comité Permanente de Plantas, Animales, Alimentos y Piensos de la UE. Esta iniciativa facilitaría la disponibilidad de productos fitosanitarios seguros en aguacate, promoviendo un uso sostenible y legalmente respaldado en este cultivo menor.

El aguacate *Persea americana*, es una laurácea originaria de Mesoamérica, donde precisamente se mantienen las mayores producciones de este fruto, siendo México el mayor productor a nivel mundial, superando los 2,7 millones de toneladas anuales (Faostat, 2024).

Se trata de un fruto muy apreciado que posee un bajo contenido en agua, mientras que cuenta con un alto contenido lipídico, en su mayor parte compuesto de grasas insaturadas, destacando su alto contenido en ácido oleico (Nasri y col., 2023). Su consumo medio en Europa ha experimentado un considerable aumento en la última década, pasando de 0,433 a 1,249 kg per cápita. Actualmente Europa se posiciona como el mayor importador a nivel mundial (Borras, 2024). Respecto al nivel de producción en nuestro continente, España se sitúa como el mayor productor, habiéndose incrementado considerablemente la producción en la última década, pasando de 76.337 toneladas en 2012 a 112.360 ton. (Faostat, 2024). Portugal y Grecia ocupan la segunda y tercera posición, con producciones muy inferiores, en torno a 40.000 y 11.000 toneladas anuales respectivamente (Faostat, 2024). La producción en España se localiza principalmente en zonas costeras, ya que su cultivo requiere de un clima suave, como el de Andalucía, con un 56% de la producción nacional, Comunidad Valencia y Canarias, con un 20% y 23% respectivamente (MAPA, 2024).

El aguacate es considerado en España cultivo menor, según la Jerarquía de especies vegetales del MAPA, así como en toda Europa, de acuerdo al documento guía de la Comisión Europea SANTE/2019/12752 rev.01, tanto por sus superficies y niveles de producción, como de consumo. La baja disponibilidad de productos fitosanitarios en el cultivo de aguacate supone un problema para el sector, ya que no permite implementar programas adecuados de manejo integrado de plagas y enfermedades, requisito indispensable en el uso sostenible de los productos fitosanitarios, tal como recoge el Real Decreto 1311/2012.

Al igual que para otros cultivos menores, la principal limitación para el registro de productos fitosanitarios en

aguacate es el establecimiento de límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en la Unión Europea en base al Reg. (CE) No. 396/2005. Los LMR de cada sustancia activa deben fijarse teniendo en cuenta el nivel de residuos más bajo posible representativo de las condiciones realistas de uso en cada cultivo. La estimación de los LMR se basa en los resultados de ensayos de residuos oficiales realizados en condiciones representativas de las buenas prácticas agrícolas (BPAs).

Para solventar la dificultad de establecimiento de LMR, los cultivos menores pueden acogerse a las extrapolaciones que se contemplan en la guía europea SANTE/2019/12752 (Rev01), que consisten en el uso de resultados de ensayos de residuos en otros cultivos que pueden ser comparables. Hasta el momento, la guía no incluye ninguna posible extrapolación para el aguacate. Esta situación desfavorable podría resolverse mediante la adopción de una nueva extrapolación de LMR a partir de un cultivo mayor. Existe un compromiso de la Comisión Europea de actualizar periódicamente las Directrices de extrapolación para facilitar el establecimiento de LMR para cultivos menores (Comisión Europea, 2020). Para validar esta extrapolación, y que pueda ser de aplicación a nivel europeo, se deben presentar datos e información que demuestren que los niveles de residuos en la cosecha en ambos cultivos son similares, o al menos que los usos en el cultivo menor no conlleven un nivel de residuos más alto que los obtenidos en el cultivo mayor con BPAs equivalentes.

Según la guía SANTE/2019/12752, las naranjas y mandarinas, pertenecientes al grupo de cultivos cítricos, están clasificadas como cultivo mayor en la zona sur de la UE. La disponibilidad de LMR en los cítricos para numerosas sustancias hace que estos cultivos sean buenos candidatos como cultivos principales para la extrapolación.

La extrapolación de los cítricos a los aguacates se puede sustentar en los siguientes argumentos: similitudes estructurales de sus respectivas plantaciones; alturas máximas de cultivo en ambos casos de 3-4 m, con den-

sidades o marcos de plantación similares; se trata en ambos casos de árboles de hoja perenne con densidades de follaje y tamaño de hoja que pueden considerarse comparables. Respecto a los frutos, ambos de piel no comestible, se distribuyen de forma parecida, creciendo de los tallos de los árboles individualmente, pudiendo estar agrupados o más espaciados, según la variedad. Ambos presentan un período de floración primaveral y comienzan sus cosechas a principios de otoño con las variedades tempranas, extendiéndose las campañas hasta el verano siguiente, según variedades. Otro de los factores determinantes a la hora de seleccionar los cítricos como cultivo extrapolable es la coincidencia de plagas y enfermedades que atacan a ambos cultivos. Esto hace del cítrico un buen candidato para extrapolar datos de residuos al aguacate.

En este trabajo se han generado experimentalmente nuevos datos de residuos en aguacates basados en buenas prácticas agrícolas idénticas a las utilizadas en ensayos realizados previamente en naranjas y mandarinas, con el fin de respaldar una nueva extrapolación ante la Unión Europea desde el cultivo de cítricos al cultivo de aguacates. Este trabajo es similar a uno realizado previamente por nuestro grupo en el que se propuso una nueva extrapolación de datos de residuos en manzana al cultivo menor caqui y que fue aprobada por el Comité Permanente de Plantas, Animales, Alimentos y Piensos en 2018 (Sandin y col., 2021, 2022).

El desarrollo de métodos multirresiduos para la determinación de plaguicidas en distintas matrices es una tarea compleja, ya que implica la extracción y análisis de compuestos con diferente polaridad, solubilidad y volatilidad. Actualmente, la técnica QuE-ChERS —cuyas siglas en inglés hacen referencia a un método rápido, fácil, barato, eficaz, robusto y seguro— permite la extracción de residuos en matrices vegetales con buenas recuperaciones para una amplia variedad de plaguicidas con propiedades físicoquímicas diversas, utilizando además un bajo consumo de disolventes orgánicos. Por otra parte, una de las

técnicas más adecuadas para el análisis de plaguicidas polares, iónicos o de baja volatilidad en frutas y hortalizas es la cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) con analizadores de tipo triple cuadrupolo. Esta técnica permite realizar determinaciones a niveles traza de $\mu\text{g/Kg}$, ofreciendo la sensibilidad, selectividad y especificidad necesarias para cumplir con los requisitos establecidos por la legislación de la Unión Europea en materia de análisis de plaguicidas en alimentos. La amplia disponibilidad de métodos basados en esta técnica pone de manifiesto su relevancia en el ámbito de la agroquímica (López-Blanco y col., 2016; Chamkasem y col., 2013; Zhao y col., 2015).

En este contexto, el Grupo de Investigación de la Unidad de Productos Fitosanitarios del INIA-CSIC, en colaboración con la Asociación Empresarial para la Protección de Plantas (AEPLA), ha desarrollado un estudio experimental en el marco del convenio de colaboración público-privada (CC14-089). En dicho estudio se determinaron los residuos de diversos productos fitosanitarios en aguacate mediante ensayos de campo, con el objetivo de presentar a la Comisión Europea una propuesta de extrapolación de residuos desde el cultivo mayor (cítricos) al cultivo menor (aguacate).

Materiales y métodos

Para llevar a cabo los ensayos en aguacates, se seleccionaron un total de cinco sustancias activas, en base a los siguientes criterios: 1) Existencia de LMR en naranjas y mandarinas, para llevar a cabo la comparativa con conjuntos de datos de residuos ya evaluados por la Agencia de Seguridad Alimentaria Europea (EFSA). 2) modos de acción de la sustancia activa en la planta, para incluir sustancias con actividades sistémicas y de contacto. 3) Coeficiente de partición de la sustancia activa, con el fin de incluir sustancias con diferente lipofilicidad.

En consecuencia, se seleccionaron las siguientes sustancias activas para realizar los ensayos de residuos de campo en aguacate: diclorprop-p, etoxazol, fenpiroximato, hexitiazox y espirodiclofeno.

En la Figura 1 se recoge la estructura química de cada una de ellas.

Se llevaron a cabo cuatro ensayos de residuos por sustancia activa en condiciones de campo, requisito mínimo exigido por el Reglamento (UE) 283/2013 para cultivos menores. Los ensayos se realizaron en cuatro parcelas comerciales localizadas en las provincias de Málaga y Alicante, ambas representativas de las zonas productoras nacionales de aguacate. Los ensayos se realizaron por una empresa acreditada ajustándose a la guía de la OCDE 509 Crop Field Trials rev. 2021, relativa a ensayos de residuos en campo. Las parcelas contaron con una extensión entre 150 y 280 m^2 (para cada tratamiento), con unos marcos de plantación medios de 7 x 4 m y una altura de árbol entre 320 y 380 cm. En cada parcela se dispusieron los cinco tratamientos correspondientes a las cinco sustancias activas seleccionadas y un control no tratado. La distancia mínima entre tratamientos fue de 10 m.

Las BPA aplicadas para cada sustancia en los ensayos de aguacate fueron idénticas a las utilizadas en los ensayos en cítricos (naranjas y mandarinas) evaluados previamente por EFSA (EFSA, 2009, 2012, 2014, 2016, 2019), con el fin de poder llevar a cabo una comparativa (Tabla 1).

Se realizaron dos muestreos, el primero inmediatamente después de la aplicación y el segundo el día de la cosecha comercial (transcurridos veinte días, en el tratamiento con Diclorprop-P, y catorce días en el resto de tratamientos, cumpliéndose así los

plazos de seguridad especificados en las BPA correspondientes). Este segundo muestreo fue el utilizado para la comparativa. En cada tratamiento se seleccionaron doce aguacates de forma aleatoria de doce posiciones distintas, y se separó la piel del resto del fruto, utilizando un pelador y un eje giratorio, para evitar la contaminación cruzada durante la manipulación de la piel y la pulpa. En un segundo paso, se separó el hueso de la pulpa, generándose así los dos tipos de muestra por tratamiento, correspondientes a piel y pulpa deshuesada. Todas las muestras fueron congeladas el mismo día de su recolección, almacenadas y transportadas al laboratorio del INIA-CSIC ultracongeladas a -18°C , donde se mantuvieron congeladas hasta su análisis. Los periodos de almacenamiento no sobrepasaron en ningún caso los periodos de estabilidad en congelación demostrados para cada una de las sustancias.

El análisis de las muestras se realizó mediante un método multirresiduo que combinó la técnica QuE-ChERS, para la extracción de los compuestos de interés en la matriz de aguacate, y la cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-ESI-MS/MS), para la determinación de los residuos de plaguicidas. Este método fue validado conforme a las directrices establecidas en los documentos SANTE/2020/12830, Rev.2, 2023, y SANTE 11312/2021 v2026.

Las estructuras químicas de las sustancias activas se muestran en

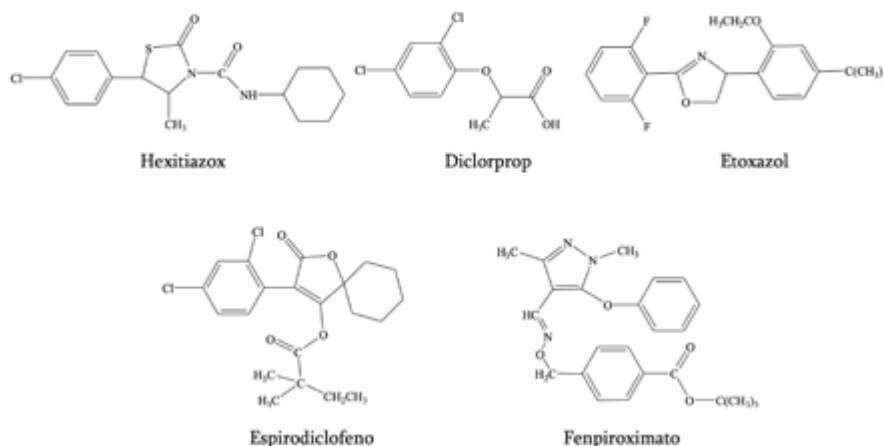


Figura 1. Estructura química de las sustancias activas seleccionadas para los ensayos.

la Figura 1. Para el análisis cromatográfico y la preparación de muestras se utilizaron acetonitrilo grado HPLC/MS y acetonitrilo Pestican. Las soluciones patrón, a una concentración de 200 mg/L, se prepararon disolviendo 10 mg de cada compuesto en 50 mL de acetonitrilo. Estas soluciones se conservaron en la oscuridad a 4°C. A partir de ellas se preparó una solución mixta de 20 mg/L de cada compuesto, utilizada posteriormente para obtener disoluciones más diluidas destinadas a la calibración y validación del método.

Las muestras congeladas de piel y pulpa deshuesada de aguacate, se trituraron y homogeneizaron en el laboratorio mediante un homogeneizador HM297 (FOSS Barcelona, España). La etapa de extracción y purificación se optimizó empleando la técnica QuEChERS, con el uso de diferentes combinaciones de sales como citrato, acetato y el material Bond Elut EMR-Lipid. La agitación de las muestras se llevó a cabo con un multivortex BenchMixer XL Multi-Tube Vortexer (Benchmark Scientific, New Jersey, EE.UU.), y el centrifugado se realizó con una centrifuga modelo 5810 R (Eppendorf Ibérica S.L.U., Madrid, España). Se tomó una muestra representativa de 5 gramos a la que se le adicionaron 10 ml de acetonitrilo y las correspondientes sales para su extracción. Después de una agitación vigorosa y posterior centrifugación, se transfirieron 5 ml de sobrenadante a un tubo de purificación con la fase solida dispersiva que contiene diferentes sales con el fin de purificar la muestra. Después de agitar y centrifugar de nuevo, la muestra fue filtrada para su análisis cromatográfico.

El análisis de residuos se efectuó con un cromatógrafo Agilent Serie 1200 acoplado a un espectrómetro de masas en tándem Agilent Serie 6420 Triple Cuadrupolo (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EE.UU.). Se evaluaron distintas columnas y se optimizó la fase móvil —una mezcla de acetonitrilo y agua con 5 mm de formiato—, así como la temperatura de la columna, el flujo y el volumen de inyección, con el fin de lograr una adecuada separación de los compuestos.

Tabla 1. BPA aplicada en los ensayos de aguacate y cítricos.

Sustancia activa	Método de aplicación	Número de aplicaciones	Dosis por aplicación (kg s.a/ha)	Plazo de seguridad (días)
Diclorprop-P	Aplicación foliar- Pulverización	2	1ª 0,075 2ª 0,05	20
Etoxazol	Aplicación foliar- Pulverización	1	0,055	14
Fenpiroximato	Aplicación foliar- Pulverización	1	0,102	14
Hexitiazox	Aplicación foliar- Pulverización	1	0,037	14
Espirodiclofeno	Aplicación foliar- Pulverización	1	0,144	14

Tabla 2. Parámetros para cada compuesto analizado mediante LC-MS/MS.

Compuesto	P.M.	Ión Precursor	Ión de Cuantificación	Ión de Confirmación	Voltaje del Fragmentador(V)	tr (min)
Diclorprop-P	235,06	233,00	160,90	124,90	90,00	1,91
Hexitiazox	352,88	353,00	228,00	168,00	100,00	6,49
Fenpiroximato	421,49	422,10	366,10	138,00	60,00	6,86
Etoxazol	359,41	360,10	140,90	304,00	30,00	6,95
Espirodiclofeno	411,32	411,00	71,00	313,00	100,00	8,10

Para cada analito, se optimizó la energía de colisión mediante un ión precursor y dos transiciones características monitorizadas en modo de reacción múltiple (MRM), seleccionando la de mayor intensidad para la cuantificación (Tabla 2). Finalmente, se eligieron dos transiciones por compuesto: una para la cuantificación y otra para la confirmación.

Para la determinación de los residuos se tuvieron en cuenta las definiciones de residuo de cada sustancia incluidas en el Reglamento (CE) 396/2005. En el caso de la sustancia diclorprop-p la definición de residuos incluye sus conjugados. La hidrólisis alcalina resultó ser la más apropiada para cuantificar los residuos de esta sustancia en el aguacate, requiriéndose el desarrollo de un método analítico para liberar el diclorprop-p a partir de sus ésteres y conjugados. Para ello, se optimizaron parámetros clave como la temperatura, el tiempo de reacción y la proporción de los reactivos. Posteriormente, se empleó la metodo-

logía QuEChERS para la extracción del compuesto, una técnica que ya ha sido utilizada previamente para el análisis de otros plaguicidas ácidos y sus conjugados (Steinborn y col., 2017).

Para el tratamiento de los datos se utilizó la herramienta de cálculo de LMR (*MRL_Calc EU-OECD 2015*), que incluye diferentes propuestas: el LMR europeo (basado en el cálculo de Rber y Rmax) y el cálculo de la OCDE, que es el adoptado actualmente a nivel internacional.

Resultados y Discusión

Para validar el método de análisis de residuos desarrollado se determinó el efecto de la matriz, la especificidad, los límites de detección (LD), límites de cuantificación (LOQ), linealidad, la recuperación y la precisión siguiendo la guía de la Unión Europea SANTE/2020/12830, Rev.2, 2023 sobre los métodos analíticos de los residuos de plaguicidas.

Los componentes de la matriz pueden interferir en el análisis por LC-MS/MS, provocando principalmente una reducción de la señal debido al efecto matriz (Sandín-España y col., 2016). Para minimizar este problema y mejorar la fiabilidad de los resultados, se empleó la calibración en matriz, logrando una cuantificación más precisa y exacta de los compuestos analizados. La linealidad del método se evaluó mediante regresión lineal utilizando soluciones preparadas en matriz, en un rango de concentraciones de 0,0075 a 0,25 mg/kg, obteniéndose coeficientes de determinación superiores a 0,99. Las recuperaciones, evaluadas a distintos niveles de fortificación (LOQ y 10LOQ), fueron siempre superiores al 70%, con desviaciones estándar relativas iguales o inferiores al 6,34%. Estos resultados evidencian la elevada exactitud y precisión del método, en cumplimiento con los requisitos establecidos por la normativa europea, que establece recuperaciones medias entre el 70% y el 120% y desviaciones estándar relativas iguales o inferiores al 20% en este rango de concentraciones. La sensibilidad del método se evaluó mediante los límites de detección (LD) y cuantificación (LOQ), definidos como las concentraciones mínimas que generan relaciones señal/ruido de 3:1 y 10:1, respectivamente. El LOQ fue verificado experimentalmente mediante ensayos de precisión y exactitud a dicha concentración. Los valores de LD fueron siempre inferiores a 0,007 mg/kg para todos los compuestos analizados, mientras que los LOQ se situaron por debajo de 0,2 mg/kg en todos los casos. La especificidad del método se confirmó mediante el análisis de muestras en blanco, en las que no se detectaron señales en los tiempos de retención correspondientes a los analitos de interés. Asimismo, el empleo de un sistema LC-MS/MS altamente selectivo, junto con la confirmación de la identidad de los compuestos mediante una segunda transición en el espectrómetro de masas en tándem (MS/MS), refuerza la fiabilidad del método y minimiza posibles interferencias.

En relación con los resultados de los ensayos de campo realizados en

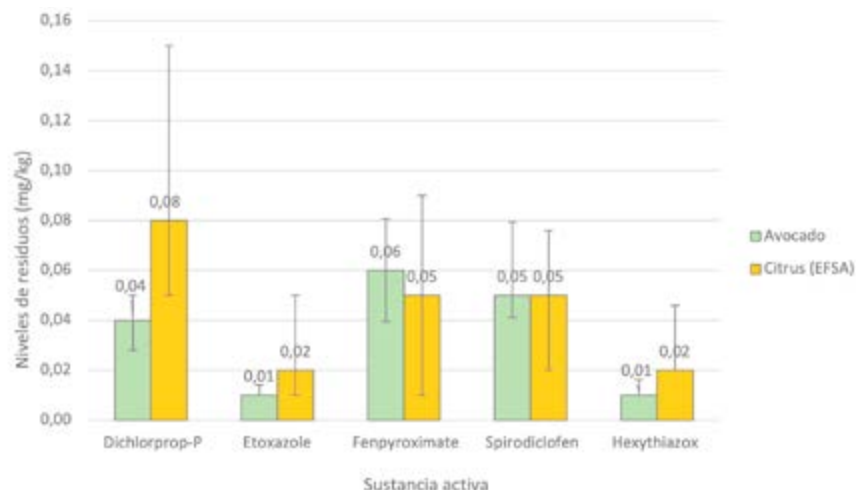


Figura 2. Niveles de residuos en mg/kg (medianas, valores máximos y mínimos) de las sustancias activas estudiadas en aguacate y cítricos a los plazos de seguridad indicados en la Tabla 1.

aguacate, es importante destacar, en primer lugar, que no se detectaron residuos de ninguno de los compuestos analizados en las muestras correspondientes a los controles no tratados, lo que confirma la ausencia de contaminación cruzada. Por otro lado, en los tratamientos aplicados, el primer muestreo —realizado inmediatamente después de la última aplicación— mostró niveles elevados de residuos, lo cual es consistente con una aplicación reciente. Estos resultados permitieron confirmar que las aplicaciones se llevaron a cabo correctamente y que el método de muestreo fue adecuado. En todos los casos, los residuos de las sustancias estudiadas obtenidos en el segundo muestreo (transcurridos los plazos de seguridad indicados) fueron más bajos que los obtenidos tras la aplicación, como era de esperar, debido a la disipación o degradación de los mismos. Estos resultados se muestran en la Figura 2, en la que se incluyen los resultados de niveles de residuo en aguacate junto con los de cítricos (naranjas/mandarinas) utilizando las mismas prácticas agrícolas, que fueron recogidos de las opiniones de EFSA.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el calculador de Límites Máximos de Residuos citado (*MRL_Calc EU-OECD 2015*), obteniéndose los resultados incluidos en la Tabla 3. Los OECD-MRLs calculados resultaron ser más bajos en aguacate que en cítricos en 3 de las sustancias estudiadas, siendo

el ratio cítricos/aguacate >1 (1,25-2,25) en estas tres sustancias y 0,75 en dos de ellas (fenpyroximate y spirodiclofen), si bien en todas las sustancias los valores individuales están dentro del mismo rango en los dos cultivos. Por otro lado, los EU-MRLs de aguacate son en todos los casos más bajos o similares que en cítricos, siendo ≥ 1 el ratio para las cinco sustancias (1,0-3,0). Conviene tener en cuenta que el número de valores estudiados en el caso de cítricos (16) es mayor que en aguacate (4), y este hecho tiene un impacto en el cálculo de los LMR.

Por otro lado, las medianas de los residuos obtenidos en aguacate muestran valores inferiores o muy similares (espirodiclofeno y fenpiroximate) a los resultados en cítricos. En lo que se refiere a los HR (*highest residues*), en todos los casos se observaron niveles inferiores o similares en aguacate que en cítricos (Figura 2).

Asimismo, se llevó a cabo una evaluación de riesgo al consumidor, utilizando el modelo de cálculo PRIMO rev. 3.1. (Pesticides Residues Intake Model), desarrollado por EFSA para la estimación de riesgo agudo y crónico.

En población infantil, la ingesta máxima de aguacate en la dieta más crítica corresponde a 0,01 g/kg pc/d y representa un 0,02% de la ingesta total de dicha dieta, mientras que la ingesta de cítricos (4,82 g/kg pc/d) constituye un 7,87% de la ingesta total de dicha dieta infantil.

Tabla 3. Cálculos de LMR (OCDE/EU) obtenidos aplicando el calculador de LMR (MRL_Calc EU-OECD 2015) a los valores de residuos de aguacate y cítricos.

	Dichlorprop-P		Etoxazole		Fenpyroximate		Spirodiclofen		Hexythiazox	
	Avocado	Citrus	Avocado	Citrus	Avocado	Citrus	Avocado	Citrus	Avocado	Citrus
Number of values	4	8	4	16	4	16	4	16	4	16
Mean	0,04	0,09	0,01	0,03	0,06	0,04	0,06	0,04	0,01	0,02
^a HR	0,05	0,15	0,01	0,05	0,08	0,09	0,08	0,08	0,02	0,05
Median	0,04	0,08	0,01	0,02	0,06	0,05	0,05	0,05	0,01	0,02
^b EU-MRL	0,10	0,30	0,03	0,09	0,15	0,15	0,15	0,15	0,03	0,05
^c MRL _{OECD}	0,15	0,30	0,04	0,09	0,20	0,15	0,20	0,15	0,04	0,05
Ratio EU MRL Citrus/avocados	3,00		3,00		1,00		1,00		1,7	
Ratio OECD MRL Citrus/avocados	2,00		2,25		0,75		0,75		1,25	

^aHR: *Highest residue*

^bEU-MRL: LMR calculado de acuerdo a las guías europeas

^cMRL_{OECD}: LMR calculado siguiendo las directrices de la OCDE

Con respecto a la población adulta, la ingesta máxima de aguacate en la dieta más crítica consiste en 0,18 g/kg pc/d, que constituye un 0,56% de la ingesta total, frente a los cítricos, cuya ingesta es de 2,34 g/kg pc/d, lo cual supone un 7,22% de la ingesta total de esta dieta del adulto.

Por consiguiente, la contribución del aguacate a la ingesta estimada es mucho menor que la de los cítricos, tanto en población adulta como infantil. Se puede concluir que cualquier LMR aprobado para cítricos y considerado seguro para el consumidor, sería seguro también para el consumo de aguacate.

Conclusiones

Se ha presentado una comparativa entre los resultados obtenidos en ensayos de residuos efectuados en aguacate con cinco sustancias fitosanitarias, y los valores de residuos de estas mismas sustancias en ensayos realizados en cítricos siguiendo las mismas prácticas agrícolas y disponibles en diversas opiniones de EFSA.

Este trabajo se ha llevado a cabo con el objetivo de proponer una extrapolación de datos de residuos de plaguicidas de un cultivo mayor (cítricos) a un cultivo menor (aguacate) para el establecimiento de Límites Máximos de Residuos (LMR) en este último.

Para alcanzar este objetivo, se ha desarrollado y validado un método multi-residuos sencillo, fiable y preciso para la determinación simultánea de cinco compuestos en fruta de aguacate basada en QuEChERS en combinación con HPLC-ESI-MS/MS.

Los resultados obtenidos demuestran que los niveles de residuos de las sustancias activas en cítricos eran en general superiores o similares a los obtenidos en aguacate, cuando se utilizaban prácticas agrícolas semejantes. El ratio entre los LMR de cítricos y aguacate fue generalmente ≥ 1 . La contribución del aguacate a la ingesta es muy inferior a la de cítricos, tanto en población adulta como infantil, por lo que cualquier LMR en aguacate que se proponga basado en ensayos de cítricos será suficien-

temente seguro para el consumidor. Por tanto, se concluye que los datos de residuos de cítricos podrían utilizarse para establecer los LMR en aguacate. La propuesta de extrapolación de LMR del cultivo mayor (cítrico) al cultivo menor (aguacate) se presentó en el Comité Permanente de Plantas, Animales, Alimentos y Piensos (Sección Residuos) en noviembre de 2023.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del acuerdo CC14-089, suscrito entre la Unidad de Productos Fitosanitarios (UPF) del INIA-CSIC y la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA). Los autores agradecen a AEPLA su colaboración y participación activa en el desarrollo del proyecto, que han resultado fundamentales para la consecución de los resultados presentados en este trabajo, así como para impulsar la transferencia del conocimiento generado y su adecuada difusión en el ámbito científico-técnico y sectorial.

Bibliografía



- Benelli, G., Lucchi, A., Anfora, G., Bagnoli, B., Botton, M., Campos-Herrera, R., Carlos, C., Daugherty, M.P., Gemenio, C., Harari, A.R., Hoffmann, C., Ioriatti, C., Plantey, R.J.L., Reineke, A., Ricciardi, R., Roditakis, E., Simmons, G.S., Tay, W.T., Torres-Vila, L.M., Vontas, J., Thiéry, D. 2023. European grapevine moth, *Lobesia botrana*. Part I: Prevention and Management. *Entomologia Generalis*, 1-24.
- European Commission, 2020. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. Evaluation of Regulation (EC) No 1107/2009 on the placing of plant protection products on the market and of Regulation (EC) No 396/2005 on maximum residue levels of pesticides.
- Nasri, C., Halabi, Y., Hajib, A., Choukri, H., Harhar, H., Lee, L. H., ... & Tabyaoui, M. (2023). Proximate composition, lipid and elemental profiling of eight varieties of avocado (*Persea americana*). *Scientific Reports*, 2023, 13, 22767.
- Technical guidelines on data requirements for setting maximum residue levels, comparability of residue trials and extrapolation of residue data on products from plant and animal origin, SANTE/2019/12752 Rev01.
- Sandin-España, P.; Mateo-Miranda M.; López-Goti, C.; Seris-Barallo E.; Alonso-Prados, J.L., Analysis of Pesticide Residues by QuEChERS Method and LC-MS/MS for a New Extrapolation of Maximum Residue Levels in Persimmon Minor Crop. *Molecules*, 2022, 27, 1517.
- Sandin-España, P.; Mateo-Miranda M.; López-Goti, C.; Seris-Barallo E.; Alonso-Prados, J.L. *Phytoma España*, nº 326, febrero 2021. Nueva extrapolación de residuos de productos fitosanitarios de cultivo mayor a cultivo menor. Una solución que facilita la disponibilidad de productos fitosanitarios para el cultivo del caqui.
- Angelika Steinborn, Lutz Alder, Madeleine Spitzke, Daniela Dörk, and Michelangelo Anastassiades. Development of a QuEChERS-Based Method for the Simultaneous Determination of Acidic Pesticides, their Esters, and Conjugates Following Alkaline Hydrolysis. *J. Agric. Food Chem.* 2017, 65, 1296–1305.
- Rafael López-Blanco, Rocío Nortes-Méndez, José Robles-Molina, David Moreno-González, Bienvenida Gilbert-López, Juan F. García-Reyes, Antonio Molina-Díaz. Evaluation of different cleanup sorbents for multiresidue pesticide analysis in fatty vegetable matrices by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1456 (2016) 89–104.
- Narong Chamkasem, Lisa W. Ollis, Tiffany Harmon, Sookwang Lee, and Greg Mercer. Analysis of 136 Pesticides in Avocado Using a Modified QuEChERS Method with LC-MS/MS and GC-MS/MS. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61, 2315–2329.
- Zhao, L.; Lucas, D. Multiresidue Analysis of Pesticides in Avocado with Bond Elut EMR—Lipid by LC/MS/MS; Application Note, Agilent Technologies, Inc. Publication number 5991-6098 EN, 2015.
- Pilar Sandin-España; M. Mateo-Miranda M.; Carmen López-Goti, A. De Cal, José Luis Alonso-Prados. Development of a rapid and direct method for the determination of organic acids in peach fruit using LC-ESI-MS. *Food Chemistry*, 192 (2016) 268-273.
- Borras, P. 2024. Los aguacates en el mundo, en Europa y en España. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/558109-Los-aguacates-en-el-mundo-en-Europa-y-en-Espana.html>
- EFSA, 2009. Conclusion on pesticide peer review regarding the risk assessment of the active substance Spirodiclofen. EFSA Scientific Report (2009) 339, 1-86
- EFSA, 2012. Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels (MRLs) for Etoxazole according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal 2012;10(10):2931. [46 pp.]doi:10.2903/j.efsa.2012.2931.
- EFSA, 2014. Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels (MRLs) for Dichloprop-P according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal 2014;12(2):3552, 36 pp. Doi:10.2903/j.efsa.2014.3552
- EFSA, 2016. Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels for Fenpyroximate according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal 2016;14(1):4382, 48 pp. doi:10.2903/j.efsa.2016.4382
- EFSA, 2019. Reasoned Opinion on the review of the existing maximum residue levels for hexythiazox according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal 2019;17(1):5559, 57 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019>.



Utilización de drones para la identificación y eliminación de plantas no deseadas en pastos

Las nuevas tecnologías se muestran como una opción prometedora para facilitar el trabajo y la toma de decisiones en el sector agropecuario. Este artículo se centra en la problemática del desarrollo de especies vegetales no deseadas en pastos para ganado, y cómo el uso combinado de drones aéreos y terrestres podrían contribuir a mejorar la gestión integral de estos pastos de forma relativamente autónoma. Se sobrevolaron catorce parcelas de pastos de dos granjas del SERIDA (Asturias) utilizando un dron económico equipado con una cámara RGB. Las imágenes se procesaron para generar mapas y modelos del terreno que permitieron clasificar la vegetación mediante algoritmos de aprendizaje automático, alcanzando una precisión cercana al 95% gracias al uso de un modelo de detección de objetos en tiempo real. Los resultados preliminares muestran que el dron aéreo permite localizar con bastante fiabilidad las zonas no pastadas. Así, este estudio piloto resalta el potencial de los drones para facilitar la detección autónoma de plantas no deseadas en pastos, realizando un manejo más sostenible de los mismos.

J. García-Rodríguez¹,
C. Díez Monforte¹, R.
Celaya¹, F. Vicente¹, J.
Kumhálová², F. Kumhá-
la² y R. Rosa-García¹.

¹ Servicio Regional de
Investigación y Desarrollo
Agroalimentario del
Principado de Asturias
(SERIDA).

² Facultad de Ingeniería.
Universidad Checa de Ciencias
de la Vida (TF CZU).

Palabras clave: drones, malas hierbas, pastos, siega, aprendizaje automático

Las nuevas tecnologías en el sector agropecuario

El sector agropecuario europeo se enfrenta a múltiples retos y desafíos como los limitados recursos disponibles, la adaptación al cambio climático, la competitividad en mercados internacionales, la sostenibilidad ambiental, las ineficiencias productivas o la falta de relevo generacional (Daniel y col., 2025). La innovación tecnológica se muestra como una valiosa herramienta ya que permite realizar los trabajos de forma más precisa, con un uso más eficiente, racional y sostenible de los recursos. Además, las tecnologías facilitan las labores de trabajo, representando una oportunidad para favorecer el arraigo al territorio y el relevo generacional y, con ello, la sostenibilidad, competitividad, vitalidad y prosperidad en las zonas rurales (Comisión Europea, 2025; 2026). Sin embargo, la adopción de las tecnologías está condicionada por su precio y utilidad. Por ello, desde una perspectiva socio-tecnológica es esencial la participación activa de ganaderos y agricultores durante el proceso de diseño y desarrollo tecnológico, ya que son ellos los que mejor van a identificar sus necesidades y los retos a los que se enfrentan.

La integración de tecnologías avanzadas como sensores, drones, sistemas de georreferenciación o inteligencia artificial permite recoger enormes cantidades de valiosos datos en tiempo real y analizarlos de forma avanzada y autónoma, lo que influye finalmente en la toma de decisiones y en la eficiencia de gestión de las explotaciones (Chataut y col., 2023). Esto se conoce como agricultura y ganadería de precisión o inteligente. Además, la aplicación de la robótica permite automatizar tareas como segar o fertilizar. Este artículo se centra en la problemática asociada al crecimiento de especies vegetales no deseadas en pastos para el ganado, y cómo el uso combinado de nuevas tecnologías puede ayudar en su gestión.

Problemática asociada a plantas no deseadas en los pastos

Las malas hierbas, maleza o vegetación adventicia son especies vegetales

consideradas molestas o perjudiciales porque crecen en lugares no deseados sin haber sido sembradas intencionalmente, afectando de forma negativa a la abundancia de otras plantas y a la calidad de pastos o cultivos (Ghanizadeh y Harrington, 2019). En los pastos se podrían definir como especies vegetales capaces de utilizar y almacenar recursos que hacen inaccesibles para los animales (McLachlan y Sindel, 2023), compitiendo con las especies vegetales de interés pascícola por el uso de recursos como agua, nutrientes y luz (Grice y Campbell, 2000). Esto puede agravarse con el sobrepastoreo, ya que los animales consumen de forma repetida las especies más palatables y los especímenes más jóvenes, reduciendo su abundancia a favor de especies de menor interés nutricional. Además, algunas plantas tienen efectos negativos tanto sobre la salud y productividad de los animales como sobre la calidad de sus productos (Ghanizadeh y Harrington, 2019). Así, para determinar el impacto de estas plantas no deseadas en los pastos se debe considerar la productividad del propio pasto y la de los animales.

Existen diversas estrategias para controlar la aparición de estas especies no deseadas, como son el uso de herbicidas y productos químicos, el pastoreo dirigido, la siembra de especies deseables, el control biológico con insectos o microorganismos o la siega que, combinadas conducen a un manejo integrado de pastos (Ghanizadeh y Harrington, 2019).

La siega estimula el brote y crecimiento de los pastos forrajeros, aumenta su densidad y contribuye a debilitar ciertas plantas no deseadas, especialmente si este corte se hace de forma repetida. Realizar el corte en el momento óptimo previene el desarrollo de semillas, lo que idealmente debería hacerse antes de la floración, cuando la mayoría de las plantas indeseables tienen una altura de 30-46 cm (Sharpe, 2024), obteniendo los mejores resultados si el corte se realiza lo más cerca posible del suelo. Sin embargo, esto se recomienda hacerlo en zonas con una elevada densidad de plantas indeseables, ya que podría debilitar a las especies más nutritivas. Otra estrategia muy útil es segar los pastos

previamente pastados selectivamente por los animales (Green, 2021).

Soluciones tecnológicas para el control de los pastos

Entre las múltiples herramientas tecnológicas empleadas en el ámbito de la actividad agropecuaria están los vehículos aéreos y terrestres no tripulados, el procesamiento de imágenes, el aprendizaje automático, la ciencia de los macrodatos o las redes de sensores inalámbricos (Moysiadis y col., 2021).

Los vehículos aéreos no tripulados, drones aéreos o simplemente drones, ofrecen múltiples aplicaciones en el sector agropecuario, como la monitorización de cosechas o animales, la detección de plantas indeseables, o la gestión del agua y del uso de fitosanitarios (Moysiadis y col., 2021). Los drones captan imágenes con cámaras de espectro visible (RGB), infrarrojo cercano, térmicas o escáneres láser. Estos dispositivos se pueden instalar fácilmente en drones de bajo coste que, siguiendo una ruta predefinida, vuelan de forma automática capturando cientos de imágenes para crear una imagen global de la cobertura del terreno. Esto aporta información de grandes extensiones de terreno en poco tiempo con un coste operativo relativamente bajo, reduciendo los tiempos y la carga de trabajo. Los drones más usados en el ámbito agropecuario son los de ala rotatoria (multirrotos) y los de ala fija (Hassanalian y Abdelkefi, 2017). Estos últimos presentan mayor autonomía y velocidad de vuelo y escanean de forma rápida grandes áreas, aunque la resolución de las imágenes suele ser peor al volar a mayor altura, mientras que los multirrotos resultan útiles en zonas con relieve accidentado, o con infraestructuras como torres de alta tensión, al tener una altura de vuelo regulable (Moysiadis y col., 2021).

En función de la aplicación deseada, las imágenes captadas por los drones se deben procesar para generar ortomosaicos (imágenes de alta resolución corregidas para eliminar distorsiones de perspectiva, inclinación y relieve), eliminar ruido, extraer información de interés o crear modelos mediante

regresión, clasificación o identificación. Este procesamiento es esencial porque determina la calidad final de las imágenes del dron (Santos y col., 2024). Estas imágenes se pueden analizar mediante métodos de aprendizaje automático, un campo de la inteligencia artificial basado en la creación y desarrollo de algoritmos capaces de aprender y mejorar a partir de conjuntos de datos, detectando patrones complejos y estableciendo predicciones, clasificaciones e identificaciones (Santos y col., 2024). Esto permite crear recomendaciones adaptadas a cada caso y facilitar la toma de decisiones a agricultores y ganaderos, actuando de forma precisa en el momento adecuado, incluso antes de que las consecuencias de los problemas se hagan visibles. En este aspecto, la detección de plantas no deseadas en cultivos y pastos trae consigo otros beneficios, como un uso racional y sostenible de plaguicidas o el manejo eficiente del pastoreo.

Los vehículos terrestres no tripulados o drones terrestres también ofrecen una serie de posibles aplicaciones agrícolas, como sembrar, cosechar, desbrozar, podar o supervisar cultivos. Aunque están menos desarrollados que los drones aéreos, se ha avanzado mucho en la mejora de su diseño, coste y prestaciones, pero para ser capaces de moverse autónomamente por las parcelas y realizar la labor deseada es imprescindible que estén provistos de cámaras. En la actualidad, se trabaja en el desarrollo de drones terrestres que puedan colaborar de forma conjunta con drones aéreos (Moysiadis y col., 2021) para el manejo de pastos y cultivos.

Retos en el uso de drones

A pesar de sus múltiples posibilidades, el uso de drones también trae consigo, a día de hoy, una serie de barreras o limitaciones (Santos y col., 2024) como son:

- El enorme volumen de datos generados durante el vuelo de los drones debe revisarse y procesarse por personal especializado, aplicando algoritmos y técnicas de análisis de datos avanzadas.

- Las condiciones meteorológicas adversas (fuertes vientos, lluvia o niebla) y la topografía accidentada condicionan los vuelos de los drones y la calidad de las imágenes obtenidas.

- Los costes de adquisición y mantenimiento de la tecnología y de los programas de análisis, siendo fundamental estudiar la funcionalidad de equipos asequibles y cuantificar el impacto económico real de adquisición, especialmente en el caso de pequeñas y medianas explotaciones.

- El entrenamiento previo para el uso de drones y la interpretación de los datos obtenidos por parte de los usuarios finales, haciéndose indispensable la oferta de programas formativos y soporte técnico a las explotaciones.

- Las restricciones legales de vuelo en función de la zona geográfica, la altura de vuelo y el tipo de dron que se utilice (Reglamento (UE) 2019/947, 2019).

Objetivo

Para avanzar en el desarrollo de una tecnología es imprescindible obtener, procesar y analizar datos de calidad que nos permitan estudiar y validar sus funcionalidades, verificando que

esa herramienta trae consigo beneficios cuantificables para una aplicación concreta. El objetivo de este trabajo es evaluar la utilidad de los drones aéreos para el reconocimiento automático y georreferenciación de plantas no deseadas en pastos para ganado bovino mediante un modelo informático basado en el aprendizaje automático. Esta plataforma tecnológica está siendo desarrollada por un equipo multidisciplinar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de las Ciencias de la Vida de Praga (TF CZU) compuesto por expertos del Departamento de Maquinaria Agrícola, del Departamento de Vehículos y Transporte Terrestre y la *start-up* Pro-lab Engineering s.r.o.

Realización de los vuelos y resultados preliminares

Localización de las parcelas

En este estudio se sobrevolaron catorce parcelas de pastos de dos granjas experimentales del SERIDA, concretamente las granjas-demo de Samielles y Villanueva, que cuentan con un rebaño de vacuno lechero y de vacuno de carne en pastoreo, respectivamente. Ambas explotaciones, próximas a la localidad de Villaviciosa en el Principado de Asturias, se caracterizan por un relieve irregular con pendientes moderadas (Foto 1).



Foto 1. Detalles del relieve y pasto de las parcelas del SERIDA sobrevoladas.

Antes de seleccionar las parcelas se realizó una inspección visual detallada, determinando la ubicación de las líneas eléctricas y la altura del relieve, y se clasificaron en función de su uso en pastoreo rotacional de vacuno lechero, pastoreo rotacional de vacuno de carne y praderas cultivadas. Además, antes de realizar los vuelos se identificó sobre el terreno la vegetación no deseada, incluyendo árboles y arbustos, siendo fundamental esta información para verificar los resultados obtenidos por la tecnología.

Equipos y características de los vuelos

Para llevar a cabo los vuelos se utilizó un cuadricóptero modelo Autel EVO 2 ProV3 Rugged Bundle (Foto 2) con capacidad de establecer un plan de vuelo automatizado, equipado con una cámara RGB (CMOS de 1 pulgada; 20 MP) que capta la luz del espectro visible. Se seleccionó este modelo debido al terreno irregular y a su precio de mercado, de unos 2.000 €, más 400 € de la cámara, lo que es fundamental por ser una tecnología diseñada para pequeñas y medianas explotaciones. Los planes de vuelo se diseñaron para fotografiar cada parcela de forma individual debido a la meteorología inestable y la presencia de torres de alta tensión. Los vuelos se realizaron a una altura constante de 100 metros sobre el nivel del suelo, observándose que con 20 minutos de vuelo se puede fotografiar un área de unas 10 hectáreas y alcanzar una resolución de 2 cm/píxel, lo que es suficiente para detectar parches de vegetación no deseada.

Procesamiento de las imágenes

Las imágenes captadas por el dron se procesaron utilizando los softwares PiX4D y Open Drone Map, combinándolas y generando ortofotos, como las de la Figura 1, que se evaluaron mediante un análisis de imagen RGB. Las zonas sin pastar reconocidas sobre el terreno se localizaron y se identificaron en las ortofotos como restos de vegetación sin pastar, arbustos o árboles en base a las diferencias estructurales y los distintos tonos de verde. Para ello se usó un algoritmo que clasifica los píxeles en valores de 0 (maleza) o 1 (otros), transformán-



Foto 2. Cuadricóptero Autel EVO 2 ProV3 equipado con cámara RGB usado en los vuelos.

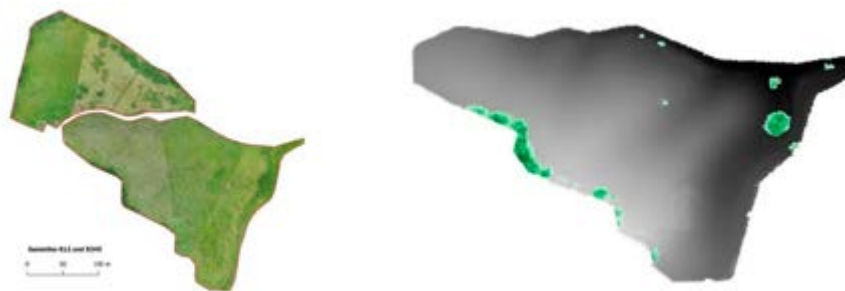


Figura 1. Ortofoto creada a partir de las imágenes capturadas por el dron con cámara RGB (izquierda) y detalles de una ortofoto con los árboles y arbustos mayores de 1,5 m identificados en verde (derecha).

dolos posteriormente en puntos que se pueden extraer en base a estos valores. Para refinar estos resultados se usaron modelos digitales del terreno obtenidos a través del catastro que coincidían con la forma de las parcelas fotografiadas. Al solapar el modelo digital del terreno con el modelo digital de superficie obtenido con los datos de los drones se creó un modelo de altura del dosel arbóreo, al que se le aplicó un filtro umbral de altura de 1,5 metros por el que los objetos más altos se consideraron árboles y arbustos, y los más bajas zonas de vegetación no pastada (dominadas por *Rubus* sp., *Urtica dioica* L. o *Juncus* spp.) susceptibles de ser segadas. Así, se generó un mapa identificando y localizando las zonas objeto de siega selectiva por parte del dron terrestre.

Entrenamiento del modelo

Los datos del mapa generado se dividieron en polígonos en función de la

identificación previamente realizada sobre el terreno, y los valores RGB extraídos asociados a los colores de las distintas clases de plantas identificadas se usaron para entrenar al modelo utilizando métodos de aprendizaje automático. En este caso, el algoritmo empleado se basó en el modelo de inteligencia artificial de detección de objetos en tiempo real YOLOv8, que es un modelo de aprendizaje profundo que analiza la imagen completa en una sola pasada para predecir clases. Para que el modelo reconozca las diferentes clases de plantas con la precisión deseada se debe entrenar con un gran número de imágenes de pastos. En este trabajo se logró alcanzar una precisión próxima al 95 %, garantizando que el modelo no identifique un árbol o arbusto como una zona sin pastar, lo que podría causar daños estructurales importantes al dron terrestre que no está diseñado para cortar ese tipo de vegetación.

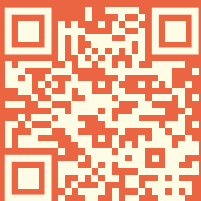
Diseño del dron terrestre

En lo que respecta al dron terrestre, se está ultimando su diseño, así como el adaptador para la propulsión eléctrica y el mecanismo de siega. La anchura total del dron y la de su mecanismo de siega son de un metro, formado este último por cinco rotores de eje vertical de rotación (Foto 3), cada uno con su propio motor eléctrico. Además, se está desarrollando un sistema de transporte para el dron terrestre, que consiste en un remolque equipado con paneles solares que generan electricidad para alimentar a la unidad de carga de la batería del dron. Las primeras pruebas de este dron terrestre ya se han realizado en una granja piloto, con resultados satisfactorios. Actualmente, el equipo de la CZU se está enfocando en mejorarlo para hacerlo más asequible económicamente y más fácil de utilizar para ganaderos y agricultores.



Foto 3. Dron terrestre diseñado para la siega automática de las zonas no pastadas.

40
años cuidando
tus
cultivos



Conclusiones

El uso de drones de coste relativamente bajo equipados con una cámara RGB permitió localizar zonas con altas densidades de especies vegetales no deseadas en pastos para animales, diferenciando las zonas susceptibles de ser segadas por presencia de malas hierbas de los árboles y arbustos con una precisión cercana al 95%. Estos

drones podrían analizar hasta 10 hectáreas de pastos en 20 minutos con una elevada resolución de imagen (2 cm/píxel), volando a una altura constante de 100 metros que evitaría problemas relacionados con la topografía accidentada. Para entrenar al modelo de detección se hace esencial el procesamiento previo y el análisis de las imágenes tomadas, resultando la apli-

cación de algoritmos de aprendizaje automático de gran ayuda para poder hacerlo de una forma relativamente autónoma. Además, las pruebas preliminares de funcionalidad del dron terrestre, que recibiría esta información para segar las plantas identificadas, han sido satisfactorias.

Agradecimientos

El ensayo se realizó en el marco del proyecto “GUARDIANS: soluciones inteligentes para potenciar a pequeñas y medianas explotaciones como guardianas del territorio”, financiado por el Programa Horizonte Europa de la UE (Nº 10108446).

Los autores del SERIDA forman parte del Grupo NySA (Nutrición y Sanidad Animal) financiado por el Gobierno del Principado de Asturias a través de SEKUENS (IDE/2024/000764), cofinanciado por FEDER.

Bibliografía

- ! Chataut, R., Phoummalayvane, A., Akl, R. 2023. Unleashing the power of IoT: A comprehensive review of IoT applications and future prospects in healthcare, agriculture, smart homes, smart cities, and industry 4.0. *Sensors*, 23(16), 7194.
- Comisión Europea, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Unit A.3. 2025. Assessment of generational renewal strategies across EU Member States – Report [Internet]. Comisión Europea. Bruselas. Disponible en: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/publications/assessment-generational-renewal-strategies-across-eu-member-states_en#section--resources
- Comisión Europea. Reglamento de ejecución (UE) nº 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019, relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas. Diario Oficial de la Unión Europea. 11 de junio de 2019; L152.
- Comisión Europea. Relevo generacional en la agricultura [Internet]. Disponible en: https://agriculture.ec.europa.eu/overview-vision-agriculture-food/generational-renewal_es.
- Daniel, L., Groeger, L., Hölzle, K. 2025. Unpacking smart farming innovation: A systematic literature review on technological change in agriculture. *Journal of Engineering and Technology Management*, 77, 101898.
- Ghanizadeh, H., Harrington, K.C. 2019. Weed management in New Zealand pastures. *Agronomy*, 9, 448.
- Green, J.D. 2021. Weed management in grass pastures, hayfields, and other farmstead sites. University of Kentucky, College of Agriculture, Food and Environment, Cooperative Extension Service, AGR-172. <https://forages.mgcafe.uky.edu/sites/forages.ca.uky.edu/files/AGR172.pdf>
- Grice, A.C., Campbell, S.D. 2000. Weeds in pasture ecosystems - symptom or disease? *Tropical Grasslands*, 34, 264-270.
- Hassanalian, M., Abdelkefi, A. 2017. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, 91, 99-131.
- McLachlan, J.W., Sindel, B.M. 2023. Application of ecologically based weed management in pastures. Pgs. 299-312 en: N.E. Korres, I.S. Travlos y T.K. Gitsopoulos, eds. *Ecologically-Based Weed Management*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, EE UU.
- Moysiadis, V., Sarigiannidis, P., Vitsas, V., Khelifi, A. 2021. Smart farming in Europe. *Computer Science Review*, 39, 100345.
- Santos, W.M.d., Martins, L.D.C.d.S., Bezerra, A.C., Souza, L.S.B.d., Jardim, A.M.d.R.F., Silva, M.V.d., Souza, C.A.A.d., Silva, T.G.F.d. 2024. Use of unmanned aerial vehicles for monitoring pastures and forages in agricultural sciences: A systematic review. *Drones*, 8, 585.
- Sharpe, P. 2024. Control of weeds in pastures. Pgs. 457-475 en: P.H. Sharpe, ed. *Horse Pasture Management*, 2nd Ed. Academic Press. Londres.



Koppert

¡Aplice una solución llena de vida!

Nematodos beneficiosos: el paso natural hacia el control biológico.

- Solución biológica de acción rápida
- No genera resistencias
- Compatible con la mayoría de plaguicidas

Caperio

koppert.es



One-stop service - world-class, worldwide

Eurofins Agrosience Services

Toda clase de ensayos con agroquímicos, biocidas y sustancias químicas. Nuestros servicios incluyen: ensayos de eficacia, residuos, ecotoxicología, GMO, exposición del operador, análisis, penetración dérmica y ensayos medioambientales.

Parque Industrial Parque Plata
Camino Empedrado 37-39
41900, Camas, Sevilla, España

Polígono Industrial La Montaña
Carrer del peixador, 85-86
46293, Benicixida (Valencia), España

Polígono Malpica, Grupo Gregorio Quejido,
68 Calle F/Oeste, 6850016,
Zaragoza, España

Avenida da Gandra, 274
União de Freguesias Mazedo e Cortes
4950-297 Monção, Portugal

Eurofins Agrosience Services Group

Para más información,
Póngase en contacto con José María López.
Tel: +34 954 18 70 14
Fax: +34 955 64 20 72
Móvil: +34 651 81 30 90

JoseLopezCarranza@eurofins.com
www.eurofins.com/agrosienceservices

eurofins | agrosience services



Cambium

Laboratorio de análisis

CON CERTIFICACIÓN BPL

Más de 20 años
ofreciendo nuestros
servicios

www.e-cambium.com



ENSAYOS DE EFICACIA - EOR 93/17

Fitosanitarios, fertilizantes y bioestimulantes Reglamento

Ensayos Oficialmente Reconocidos

NEVAL

Demos comerciales

I+D+i laboratorio, campo, cabina todo el año (colección de insectos/hongos/nematodos)

hablamos@ne-val.com
www.ne-val.com

Empresa con autorización para ensayos y análisis de
NEMATODOS FITOPARÁSITOS Y CUARENTENARIOS
- Campos experimentales propios -

NEVAL

aesave

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE SANIDAD VEGETAL

Publicidad en esta sección

| 963 82 65 11 | phytoma@phytoma.com



ENSAYOS BPE
EOR 50/003

ENSAYOS BPL
36/BPL051

OTROS ENSAYOS
VARIEDADES, HERRAMIENTAS E INSUMOS AGRÍCOLAS

CÁMARA DE CULTIVO
ENSAYOS CONTROLADOS, POSCOSECHA E INOCULACIONES

LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOPATOLÓGICO
HONGOS, VIRUS Y NEMATODOS

PROYECTOS I+D+i
PREPARACIÓN, GESTIÓN Y EJECUCIÓN

ASUNTOS REGLAMENTARIOS

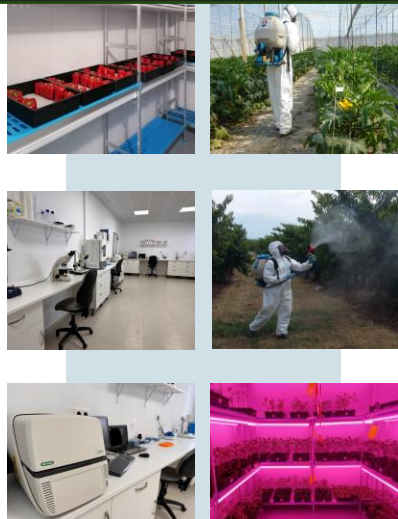


DELEGACIONES
GRANADA HUELVA BADAJOZ
VALENCIA VITORIA

SISTEMAS DE CONTROL DE PRODUCCIÓN
Polígono industrial "La Gasolinera" P5.
18680. Salobreña (Granada)

www.sicopgroup.com
info@sicop.es
+34 607 83 99 71



Acreditación BPE: EOR 20/97 Acreditación BPL: 23/BPL028

C/ Falgueres s/n
17460 Celrà (Girona)
Tel: 972 75 89 70

Laboratorio:
Anadiag SAS
16, Rue Ampère
67500 Haguenau (France)
www.anadiag.com
info@anadiag.com

- Ensayos de eficacia y selectividad Oficialmente Reconocidos en cultivos vegetales.
- Ensayos de residuos BPL tanto en plantas como en suelos.
- Ensayos de seguridad para el aplicador (BPL).
- Análisis de residuos en el laboratorio de Anadiag SAS.

SynTechTM Research Group

SynTech Research Group es una organización líder de investigación por contrato agrícola (CRO) que brinda servicios integrales de eficacia contractual, ambientales, regulatorios y de apoyo al mercado a empresas de agroquímicos, bioestimulantes, biocontrol y semillas a nivel mundial.

Con una red que abarca más de 40 países, el equipo de SynTech de más de 600 técnicos y gerentes altamente cualificados, opera desde estaciones de campo, laboratorios y ubicaciones de servicios regulatorios de última generación para satisfacer las diversas necesidades de nuestros clientes.

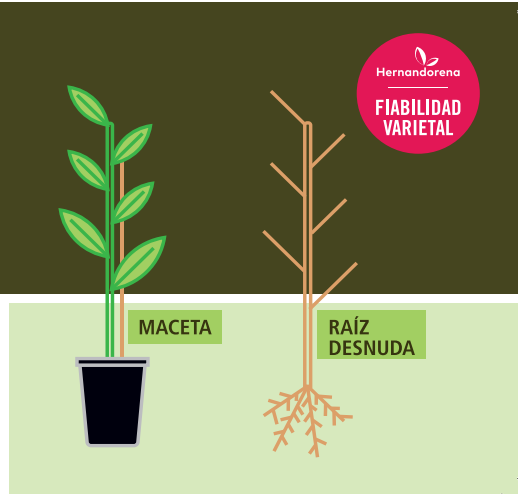
info@syntechresearch.com



www.syntechresearch.com



Hernandorena
I+D en sistemas de producción



Publicidad en esta sección

| 963 82 65 11 |

phytoma@phytoma.com

Producimos tu plantón
Elige tu formato

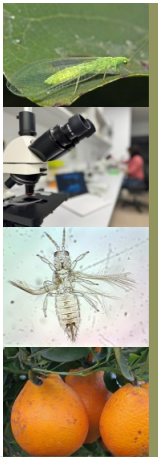
www.hernandorena.com



Entomología al servicio de la agricultura

Identificaciones de insectos y ácaros.
Monitoreo plagas y fauna auxiliar.
Formación y transferencia.
Biodiversidad funcional.
Entomología aplicada.

info@elytraservice.com
www.elytraservice.com





Sociedad Española de Malherbología

SECRETARÍA DE LA SEMh
Instituto de Ciencias Agrarias (CSIC)

Av/ Montaña 930. 50059, Zaragoza
Tel. 976714101 - E-mail secretariasemh2019@gmail.com



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ENTOMOLOGÍA APLICADA

www.seea.es



INNOVATION IN AGRICULTURE



LEADING CONTRACT RESEARCH ORGANIZATION IN SOUTH EUROPE

- ▶ Seed variety trials
- ▶ GLP & GEP trials
- ▶ Ecotox studies
- ▶ Processing and sensory analysis
- ▶ Registration support

www.sagea.com



Sociedad Española de Fitopatología

www.sef.es





AGROTOX
quality performance

GLP Studies

- ⌘ Terrestrial Ecotoxicology
- ⌘ Environmental Fate
- ⌘ Crop Residue

info@agrotox.com - www.agrotox.com

Nuestra tecnología ayuda a reducir riesgos

Bram Tijmons, fundador y CEO de PATS, impartió una conferencia a los estudiantes del Máster PlantHealth de la Universitat Politècnica de València. Esta empresa neerlandesa está especializada en el desarrollo de tecnologías basadas en inteligencia artificial, visión artificial y robótica para el monitoreo y control de plagas. Entre sus principales soluciones destacan TrapEye, un sistema inteligente que automatiza la detección, identificación y seguimiento de insectos, y sus mini drones autónomos, diseñados para controlar determinadas plagas en vuelo dentro de invernaderos.



Bram Tijmons, con uno de los mini drones que desarrolla PATS.

¿Qué es lo que realmente diferencia a soluciones como TrapEye de otras trampas inteligentes o modelos predictivos convencionales?

Hemos conseguido desarrollar una solución de bajo coste y escalable. Muchas de las trampas inteligentes y herramientas de monitoreo disponibles actualmente requieren una importante intervención por parte del usuario, una configuración compleja y, en muchos casos, están diseñadas específicamente para sistemas hortícolas de alta tecnología, como invernaderos de vidrio con calefacción. Nuestro objetivo es desarrollar una tecnología que pueda utilizarse en cualquier invernadero del mundo. El mercado es mucho más amplio que solo los invernaderos de alta o media tecnología. Por ello, diseñamos nuestras soluciones para que funcionen en entornos muy diversos, desde Kenia y Etiopía hasta Australia, los Países Bajos o México. Esa capacidad de adaptación es uno de nuestros principales elementos diferenciadores.

Otro aspecto fundamental es la frecuencia y continuidad de los conteos. Nos aseguramos de generar datos de forma constante porque es precisamente esa información la que permite descubrir nuevos patrones de compor-

tamiento de las plagas y optimizar las estrategias de gestión integrada. Cuando se monitoriza con un nivel de detalle elevado, la cantidad de datos puede parecer excesiva, pero es al analizar series temporales diarias o incluso horarias cuando empiezan a surgir patrones realmente útiles. La vida de una persona dura unos ochenta años, mientras que la de muchos insectos apenas dura tres o cuatro semanas. Así que, si haces una observación semanal de una población de insectos, sería comparable a fotografiar a una persona cuando es un bebé y volver a verla veinticinco años después. Evidentemente, se habrá producido una enorme cantidad de cambios entre ambos momentos. Para comprender realmente lo que está ocurriendo y poder anticipar lo que sucederá después, es necesario observar el proceso con mucha mayor frecuencia. Esa capacidad de seguimiento continuo es la que permite generar predicciones más precisas y tomar decisiones basadas en datos.

¿Cuál es actualmente la principal limitación técnica de los sistemas de monitoreo automatizados basados en visión por computadora?

El monitoreo debería realizarse a nivel de planta individual, porque esa sería la

forma más eficaz de detectar las plagas en sus fases iniciales. En nuestro caso, con TrapEye, instalamos cuarenta trampas inteligentes (con plagas pegajosas) en una hectárea, lo que equivale a una trampa cada 250 metros cuadrados. Sin embargo, para un insecto, 250 metros cuadrados siguen representando un mundo enorme y una distancia considerable que recorrer. Esa es una de las principales limitaciones. La alternativa sería monitorizar directamente el cultivo planta por planta utilizando, por ejemplo, robots autónomos. Técnicamente es posible, pero actualmente solo resulta viable en invernaderos de alta tecnología y con costes muy elevados. En este tipo de sistemas siempre hay que alcanzar un equilibrio entre precisión, escalabilidad y coste.

Nuestra estrategia ha sido apostar por una solución de bajo coste capaz de generar datos de manera continua y con una calidad suficiente para apoyar la toma de decisiones. No necesitamos saber si hay cien o 101 moscas blancas. Lo importante es saber si están presentes, cómo evoluciona la población y si las medidas de control biológico o químico están funcionando.

Otra limitación importante es la enorme variabilidad de los sistemas

de producción. Las plagas cambian según la región, las condiciones económicas son diferentes, los cultivos son distintos y las estructuras de los invernaderos también varían considerablemente. Incluso dos invernaderos de pimiento situados uno al lado del otro en los Países Bajos pueden diferir en numerosos aspectos. En consecuencia, uno de los grandes retos consiste en desarrollar soluciones suficientemente flexibles para funcionar de manera fiable en contextos productivos muy diversos sin perder precisión ni incrementar excesivamente los costes.

¿Cuál ha sido la mayor barrera para la adopción hasta ahora?

Al principio, la gente siempre lo comparará con su situación existente. Dirán: "tengo tantas trampas pegajosas y me cuesta mil euros al año monitorizarlas cada semana". Lo que no están pensando en ese momento, y es lo que debemos demostrarles, es que no solo debes compararlo con el coste de la mano de obra: ya no necesitas entrenar ni guiar a las personas.

Puedes enfocarte en la interpretación de los datos en lugar de llenar hojas de Excel e intentar hacer análisis. Cuantos más datos obtenemos, mejores modelos predictivos de asesoramiento podemos hacer. A veces es difícil porque los agricultores ven primero el coste, pero se pierden cosas que quizás no son medibles hoy pero pueden ser valor futuro: consistencia en la toma de datos y no tener el problema de formar al personal. A veces voy a Kenia y las empresas más grandes tienen mil monitores que tienes que entrenar y asegurar que trabajen como quieres. Nosotros podemos eliminar todos esos desafíos, el estrés y la incertidumbre.

En términos de adopción de la tecnología, también existe una cierta resistencia basada en la idea de "así es como lo hemos hecho durante veinte años, ¿por qué cambiar?". Sin embargo, el auge y la creciente adopción del control biológico está ayudando mucho a derrocar este dogma, porque obliga a buscar soluciones más innovadoras y a conocer mejor la biología de las plagas. Nosotros miramos los insectos voladores, pero todavía tienes todos los

insectos o estadios no voladores, los hongos, los virus y otras cosas que son parte del manejo integrado de plagas que nuestras herramientas no pueden monitorear. Los agricultores se preguntan cómo van a realizar el seguimiento de todos estos organismos, si necesitan una tecnología diferente para cada tipo de ellos.

También hay que tener en cuenta que la empresa hortícola media no es tan adaptable tecnológicamente. A menudo son explotaciones relativamente pequeñas que no cuentan con personal dedicado al seguimiento de las poblaciones de plagas y enfermedades, por lo que deben contratar este servicio externamente. Solo las empresas más grandes que se están consolidando y tienen cientos de hectáreas pueden tener personal dedicado a eso. Y este es otro de los grandes retos.

¿En cuántos países están trabajando ya?

Actualmente estamos presentes en 26 países. Aunque los Países Bajos siguen siendo nuestro principal mercado y donde concentramos la mayor parte de nuestros clientes, estamos trabajando para consolidar nuestra presencia en todas las regiones estratégicas, como Canadá, EE UU, Australia, Kenia, Etiopía y España. Nuestra estrategia consiste en colaborar con productores innovadores y establecer casos de éxito que puedan servir como referencia. Posteriormente, compartimos estas experiencias tanto a escala global como, especialmente, a nivel local. Al fin y al cabo, el sector agrícola es una comunidad muy conectada: los productores hablan entre ellos, intercambian experiencias y aprenden unos de otros. En realidad, es un mundo mucho más pequeño de lo que parece.

¿Ve un riesgo de que la automatización lleve a una dependencia tecnológica y pérdida de experiencia de campo?

No lo creo. Si me pusiera en el lugar de un productor, ¿en qué estaría más interesado? En la planta y en el producto que viene de ella, ya sea una flor o un tomate. El resto es ruido. Es como ocurre en este edificio: el obje-

tivo principal es educar a las personas que están dentro, pero aun así hay que disponer de protocolos de prevención y actuación en caso de incendio. No se espera tener un incendio cada día, pero es fundamental estar preparado. Con las plagas ocurre algo similar. Son una realidad inherente a la producción agrícola, pero no constituyen el foco principal de atención del productor. Si las plagas no existieran, probablemente no dedicaría tiempo a pensar en ellas. Lo que intentamos hacer es actuar como una especie de seguro, ayudarles a detectar los problemas a tiempo y a tomar las decisiones correctas antes de que la situación se convierta en una emergencia. De este modo, pueden planificar las actuaciones de su equipo con antelación en lugar de encontrarse con daños importantes en el cultivo y tener que reaccionar bajo presión, por ejemplo, fumigando durante toda la noche. Nuestra tecnología ayuda a reducir riesgos y proporcionar tranquilidad, permitiendo que los productores se concentren en aquello que mejor saben hacer: cultivar y obtener un producto de calidad.

¿Qué papel cree que jugarán estas tecnologías en los próximos años?

Creo que su importancia no hará más que aumentar. Veo un enorme potencial en la combinación de biología y tecnología. Cuando se dispone de la información adecuada en el momento oportuno, es posible resolver problemas muy importantes. Por ejemplo, si sabes con una semana de antelación que vas a necesitar un agente de control biológico sensible, cuya vida útil es de apenas tres días, puedes planificar su adquisición y aplicación de forma óptima. Tenemos agricultores que nos han comunicado que, gracias a nuestra ayuda, han podido gestionar determinadas plagas utilizando exclusivamente estrategias de control biológico. Ese es precisamente uno de los grandes objetivos: reducir la dependencia de los productos químicos. Las soluciones biológicas son muy eficaces, pero para aprovechar todo su potencial es imprescindible disponer de las herramientas adecuadas y de información precisa y oportuna para apoyar la toma de decisiones.

ValGenetics analiza el CYVCV en cítricos con técnicas moleculares

ValGenetics ha incorporado a sus servicios una RT-PCR convencional y una RT-PCR a tiempo real para la detección del virus de la clorosis nerval amarilla de los cítricos (CYVCV). Este patógeno, que afecta a los cítricos, sobre todo limoneros y naranjo amargo, ha cobrado mucha relevancia en España tras su detección en 2025.

La biotecnológica valenciana ha implantado dos técnicas avanzadas de diagnóstico molecular: una RT-PCR convencional y una RT-PCR a tiempo real, ambas diseñadas para ofrecer una identificación específica, sensible y rápida del CYVCV. Estas herramientas permiten mejorar la capacidad de vigilancia fitosanitaria y facilitar la toma de decisiones en viveros, laboratorios y explotaciones agrícolas. Ana Crespo, responsable de Fito-patología de ValGenetics, destaca que una de las principales necesidades del sector es

reforzar el diagnóstico y la vigilancia fitosanitaria. “Ahora mismo la prioridad es ayudar a viveristas y al conjunto del sector con estudios y herramientas que permitan actuar con rapidez”. Para ello, señala Crespo, resulta fundamental contar con sistemas de diagnóstico que agilicen el *screening* de grandes volúmenes de material vegetal, especialmente en viveros y programas de certificación, permitiendo detectar de forma precoz posibles plantas infectadas y ayudando así a la contención del virus.



Agronova Biotech lanza el bioestimulante Peptiva Rhyzo

Agronova Biotech ha lanzado Peptiva Rhyzo, un bioestimulante de aplicación edáfica diseñado para optimizar el desarrollo radicular y mejorar la funcionalidad del suelo en escenarios agronómicos exigentes. El nuevo producto se dirige a reforzar las primeras fases del cultivo, favoreciendo una implantación más homogénea y un crecimiento inicial más vigoroso.

La solución incorpora una combinación específica de dos cepas seleccionadas de *Bacillus*, *B. siamensis* PB12 y *B. halotolerans* PB13, que actúan directamente en la rizosfera. Su acción conjunta contribuye a aumentar la disponibilidad de nutrientes, estimular la actividad microbiológica beneficiosa y mejorar la estructura del suelo. Uno de los elementos diferenciales es su formulación en polvo soluble de alta concentración, que alcanza niveles hasta cincuenta veces superiores a los estándares líquidos del mercado. Este formato permite optimizar el almacenamiento, reducir los costes logísticos y facilitar su manejo en campo, aspectos clave para su adopción en explotaciones profesionales. El producto incorpora, además, una tecnología avanzada de microencapsulación bioprotectora que preserva la viabilidad de los microorganismos y favorece su liberación progresiva en el suelo.





fruit attraction

Feria Internacional del Sector de Frutas y Hortalizas



Más información:



**Donde la esencia del sector
conecta con el mundo.**

**06-08
Oct 2026**



Koppert presenta su estrategia de control biológico para pimiento temprano

Tras un año complejo marcado por la presión de trips (*Thrips parvispinus*, *Scirtothrips dorsalis*, *Frankliniella occidentalis*), el departamento técnico de Koppert ha diseñado un protocolo de control biológico integral para la campaña de pimiento temprano. "Se aconseja un tratamiento preventivo, tras la solarización y antes de plantar, con un producto de contacto como azufre mojable con aceite vegetal y piretrina natural. Debemos incidir en los postes para eliminar focos de araña roja y pupas de trips", detalla Julián Giner, director técnico de Koppert en Almería.



"Aconsejamos introducir *Amblydromalus limonicus* entre la tercera y cuarta semana. A diferencia de otros ácaros, tiene la enorme ventaja de que se establece en el cultivo sin necesidad de polen", continúa el especialista de Koppert. Una semana después de los ácaros, con la aparición de los primeros botones florales, llega el momento de *Orius laevigatus*. Es crucial, advierte Giner, "no realizar tratamientos correctivos o de contacto durante las dos primeras semanas de instalación, ya que los aceites quemarían los huevos de los ácaros y los químicos mermarían al *Orius*". El escudo biológico se completa con una estrategia multiplaga: sueltas preventivas de *Neoseiulus californicus* para frenar la araña roja de final de verano, introducciones de *Eretmocerus eremicus* si brotan focos de mosca blanca y tres sueltas consecutivas de *Aphidius colemani* contra las primeras poblaciones de pulgón.

Seipasa presenta su nueva línea Citrus

Seipasa ha anunciado el lanzamiento oficial de su nueva línea Citrus, una propuesta estratégica concebida específicamente para contribuir al manejo fitosanitario de los cítricos y optimizar la producción comercial, el calibre y la calidad final de la fruta.

La compañía pone a disposición de los productores herramientas avanzadas de bioprotección con registro fitosanitario para el control eficaz de plagas. Estas soluciones se complementan con un porfolio de especialidades nutricionales y bioestimulantes orientadas a la obtención de cosechas de alto valor añadido, perfectamente alineadas con las exigencias de los mercados internacionales y los estándares de una agricultura sostenible y libre de residuos químicos.

Dentro de este catálogo especializado destacan soluciones de referencia de la compañía como el bioinsecticida Pirecris, los bioestimulantes SeiZen, Kynetic4, Radisei y Sweetsei, así como las soluciones de la gama BioActive. Además, la línea Citrus también incorpora referencias de amplio recorrido en el porfolio global de Seipasa como Multisei NT, Glucosei o Seipafol.



Descubre Phytoma Community

con un 10% de descuento



Acceso total a la revista Phytoma

Consulta todas nuestras publicaciones desde 2020



Alertas fitosanitarias y avisos de plagas

Todo lo que necesitas saber sobre **plagas y riesgos fitosanitarios**, cuando realmente importa



Herramientas premium integradas

Herramientas como **Asistente IA agrícola y calculadora IPM Wise** para decidir mejor en campo

...¡Y mucho más!

SUSCRIPCIÓN MENSUAL

8€/mes

Sin compromiso anual, cancela cuando quieras

SUSCRIPCIÓN ANUAL

~~65€~~ **58€**

Durante el primer año. Promoción válida hasta el 31 de julio

AHORRA
38€
EL PRIMER AÑO

AHORRA
30€
A PARTIR DEL SEGUNDO

Accede a nuestras tarifas y disfruta de un 10% de descuento

Promoción válida hasta el 31 de julio

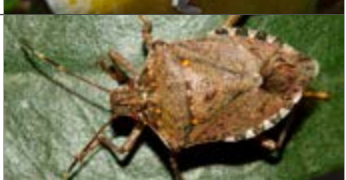


PHYTOMA
community

¿Qué es Phytoma Community?

...nueva plataforma digital de
...a de acceso privado. U-

autorizaciones excepcionales

CULTIVO	PLAGA/FUNCIÓN	SUSTANCIA ACTIVA	
Frutales de hueso y pepita	Tratamiento insecticida contra <i>Thrips</i> spp. y mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i>) en Cataluña, Aragón y La Rioja	<i>Metarhizium brunneum</i> cepa MA 43 10,5% [OD] P/V	
Platanera	Tratamiento insecticida contra cochinilla algodonosa en Canarias	Piriproxifen 10% [EC] P/V	
Arándano	Tratamiento insecticida contra <i>Drosophila suzukii</i> y <i>Operophtera brumata</i> en Asturias	Lambda Cihalotrin 10% [CS] P/V y Lambda cihalotrin 1,5% [CS] P/V	
Arroz	Tratamiento herbicida contra <i>Leptochloa</i> spp., <i>Cyperus difformis</i> , <i>Heteranthera</i> spp. en la Comunidad Valenciana, Extremadura, Cataluña, Aragón, Andalucía y Navarra	Benzobicyclon 40% [SC] P/V	
Aguacates sin fruto, vegetales ornamentales y vegetales de especies adventicias	Tratamiento insecticida contra <i>Euwallacea fornicatus sensu lato</i> en Motril (Granada), Alhaurín de la Torre, Málaga y Marbella (provincia de Málaga)	Lambda-cihalotrin 10 % [CS] P/V	
Caqui, cítricos (excepto lima) y vid de mesa	Tratamiento insecticida para el control de <i>Scirtothrips</i> spp. y otras plagas en caqui, cítricos y vid de mesa. En la Comunidad Valenciana, Andalucía, Murcia, Cataluña y Aragón	Sulfoxaflor 12% [SC] P/V	
Avellano y nogal	Tratamiento insecticida contra <i>Halyomorpha halys</i> y otros chinches en Cataluña	Acetamiprid 20% [SL] P/V	
Arroz	Tratamiento fungicida contra <i>Pyricularia oryzae</i> en la Comunidad Valenciana, Murcia y Cataluña	Prothioconazol 5% + Azufre 62,5% [SC] P/V 15% P/P [GR]	
Remolacha azucarera	Tratamiento insecticida para el control de <i>Aphis fabae</i> y <i>Myzus persica</i> en Castilla y León	Ciantraniliprol 10% [SE] P/V	
Frutales de pepita	Tratamiento insecticida por confusión sexual con feromonas contra <i>Synanthedon myopaeformis</i> en Cataluña	(Z,Z)-3,13-Octadecadien-1-yl acetato 808 g/kg + (E,Z)-3,13-Octadecadien-1-yl acetato 43 g/kg	

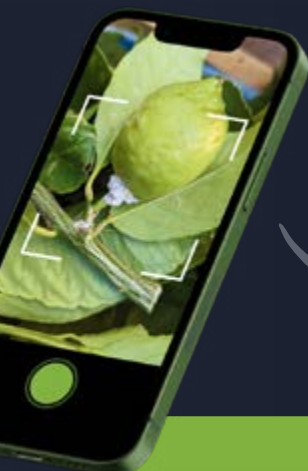
*Cuadro elaborado a título informativo. Las condiciones de uso serán, en todo caso, las recogidas en la Resolución de Autorización Excepcional.

Más información en <https://phytoma.com/alertas-fitosanitarias>

PARA COOPERATIVAS Y SUS TÉCNICOS

Tus agricultores confían en ti para resolver sus problemas de plagas.

Con Greenda, no pierdes ningún detalle y **respondes antes**.



 greenda

Todas las incidencias de plagas de la cooperativa, en un solo sitio. Para que el técnico pueda hacer el seguimiento y enviar el plan de tratamiento adecuado en el momento justo.

Con Greenda, cada incidencia llega desde la parcela con fotos claras y su ubicación exacta. El agrónomo puede diagnosticar y mandar el plan de tratamiento sin desplazarse, o saber exactamente qué árbol tiene que revisar antes de ir.

Los datos climáticos y el historial de cada parcela están siempre a mano: para anticiparse a problemas antes de que aparezcan y cerrar los informes sin perder tiempo.

Únete como socio fundador con condiciones especiales.



Nunca nada fue tan rápido

Rápida eficacia en todo tipo de
PULGONES y MOSCA BLANCA

Closer[®]

Isoclast[™] active

INSECTICIDA

- Bajos LMRs después de la aplicación.
- Corto Plazo de espera.
- Niveles de residuos bajos y fáciles de manejar.
- Respetuoso con auxiliares.
- Modo de acción único, del grupo sulfoxaminas.



Más información y
asesoramiento técnico:



Visítanos en: corteva.com/es | [@cortevaES](https://twitter.com/cortevaES)