

VIDA RURAL

SEGUNDA QUINCENA de NOVIEMBRE de 2024 | AÑO XXXI | Nº 15/2024

www.vidarural.es

REPORTAJE

EIMA 2024

La feria celebra su 46 edición
con unas cifras de récord

VIDA MAQ

- Inscripciones de maquinaria
- Al volante
- Prueba de campo

EN PÁGINAS INTERIORES

ESPECIAL

HORTÍCOLAS

Nº 558

SOLO CON ENTEC® APROVECHAS TODOS LOS NUTRIENTES

ENTE C®

MAYOR EFICIENCIA EN EL USO DE LOS NUTRIENTES

Garantía de suministro de nitrógeno y fósforo desde las fases iniciales y durante todo el ciclo

AHORRO DE APLICACIONES Y MAYOR FLEXIBILIDAD

Menos aplicaciones y fórmulas adaptadas a todos los momentos de aplicación

COMPATIBLE CON LA PROTECCIÓN DEL CLIMA Y DEL MEDIO AMBIENTE

Reducción de las pérdidas de nitratos por lavado y de las emisiones de gases de efecto invernadero



EuroChem Agro Iberia, S.L.
www.eurochemiberia.com





Por JAIME LAMO DE ESPINOSA

Gran pacto nacional del agua

Querido lector:

He escrito ya muchas veces que el cambio climático acarreará grandes sequías e intensas lluvias irregulares. Estos dos últimos años ya las hemos sufrido ambas. Y también que, frente a ellas, si queremos mantener la producción agraria o incrementar la para seguir conservando nuestra soberanía alimentaria y nuestras exportaciones tradicionales, será obligatorio practicar una gran política de riegos. Habrá que llevar el agua al clima, a zonas con clima favorable o zonas secas que no puedan sobrevivir sin agua. Eso significa más presas, más controles hidráulicos y no precisamente lo contrario, la destrucción de aquellas sin razón alguna. Porque, lo he repetido mil veces, "la agricultura española del futuro será de riego o no será." Y todo ello favorecerá una España no vaciada.

Y esta carta aparece, lógicamente, después de la terrible DANA de Valencia y sus dramáticas consecuencias. DANA que ha puesto de manifiesto los grandes errores cometidos durante los últimos años, comentados ya en mi carta anterior: no construcción de presas, por ej. Cheste, que estaban prevista y aprobadas, no limpieza del Barranco del Poyo —sería un "atentado ecológico", asegura la ministra Ribera ante el Congreso— por una errónea ideología que ha antepuesto la vegetación en los cauces a la seguridad de las personas, no inversión por falta de presupuesto y por llevar fondos a otras falsas prioridades, etc. DANA que, además, se

Es obligado un gran Pacto Nacional del Agua, con una Autoridad Nacional del Agua, que cambie el actual sistema de gobernanza del agua, que determine una gran inversión en obras hidráulicas y que establezca nítidamente cómo se debe actuar en una protección descentralizada contra inundaciones, como la actual.

agrava por un silencio de 2,5 horas de la Confederación del Júcar (CHJ) sobre la crecida del caudal de esa rambla en las horas clave, por olvidar que existen los teléfonos para que una alerta pueda y deba ser transmitida con urgencia y por tantas otras cuestiones que podríamos seguir comentando.

Numerosos errores y negligencias que nos han llevado a esta terrible situación con más de dos centenares de muertos y decenas de pueblos asolados que siguen limpiando barro y buscando fondos con los que reconstruir sus casas, sus comercios, sus vidas... Acuamed ha señalado a la ministra Ribera como la responsable de evitar las riadas de Valencia, un juez abre causa penal contra la presidenta de

la AEMET por las muertes de Valencia, la CHJ notificó que la presa de Forata tardaría 13 horas en desbordar pero se llenó en 89 minutos, al tiempo se desembalsaba en Benageber sobre el Turia, etc.

Todo ello pone de manifiesto la necesidad de una nueva política hidráulica que garantice, cualquiera que sea el partido gobernante, los abastecimientos activos de agua para consumo humano, industrial y agrario y que compense la irregularidad del tiempo, con embalses, y del espacio, con trasvases, de los ríos españoles. Pues nuestros ríos son irregulares, con agudísimos estiajes y crecidas imprevistas.

Será pues necesario, obligado diría, en el futuro llevar a cabo fuertes inversiones para garantizar el abastecimiento y la seguridad. Y como habrá cada vez más sequías y por tanto menos tierras productivas habrá que ir hacia más hectáreas regadas donde el clima lo aconseje. Hay que replantear, ya, nuestras infraestructuras hidrológicas y nuestras políticas de gestión del agua. Por ejemplo, habrá que construir la presa de Cheste y dejar el barranco del Poyo libre de vegetación y obstáculos al agua, hasta el nuevo cauce del río Turia como estaba previsto por gobiernos autonómicos y nacionales anteriores. Porque en las próximas décadas, según el IPCC, tendremos cada vez mayores precipitaciones en muy cortos periodos de tiempo y por tanto mayores riesgos de grandes riadas.

Además, habrá que reforzar los sistemas de predicción de lluvias, los de alerta de emergencia para reducir daños

urbanísticos y humanos. Y establecer nuevos protocolos de actuación preventiva. No vale con informar solo con mails que a lo mejor en fin de semana nadie lee. Y establecer una política urbanística que impida la construcción en zonas inundables. Todo ello sin perjuicio de las políticas de inversión de plantas desalinizadoras de agua de mar.

Por todo ello, olvidemos el discurso que hace prevalecer ideológicamente las cañas, las lagartijas o los peces a la seguridad hídrica de los pueblos y las personas. Olvidemos, por favor, tales discursos y construyamos embalses, sí, no los destruyamos. Y aseguremos así nuestras poblaciones y nuestra agricultura de riego. Lo contrario, ya lo hemos visto estos últimos seis años de gobernanza con una hiperregulación ambiental exagerada. Como ha escrito con acierto Sergi Doria

en ABC (20.11), hemos sido “inundados por la ideología”. Y por los silencios, como el que siguió al desembalse de 7.000 millones de litros desde Forata que desbordó el Magro. Presa que, como aseguran los expertos, es una estructura de hormigón clásica que resiste por gravedad al vuelco y al deslizamiento. Ese tipo de presas arco gravedad es capaz de soportar cuando la cerrada es rocosa, como en este caso. No había necesidad de desembalsar.

En el año 2021, Alemania sufrió una fuerte inundación con 150 muertos y ello provocó una comisión de investigación y la dimisión de una ministra. Se vio que había que dar espacio al agua, a las riadas. Y se apostó por medidas preventivas e inversoras. Copiemos ese ejemplo.

Por todo ello tiene razón Javier Sáenz de Cosculluela, exministro de Obras Públicas bajo el gobierno de Felipe Gon-

zález, cuando afirmaba hace días, “es prioritario recuperar la política hidráulica que se abandonó hace años”. Sí, lo es, pero yendo más lejos aún dado lo vivido. Aquí, para proyectar y realizar lo necesario es obligado un gran Pacto Nacional del Agua, con una Autoridad Nacional del Agua, que cambie el actual sistema de gobernanza del agua, que determine una gran inversión en obras hidráulicas –presas, canales, azudes, etc–, que asegure su realización y que, al tiempo, se establezca nítidamente cómo se debe actuar en una protección descentralizada contra inundaciones, como la actual. Y que garantice que no aparecerán obstáculos futuros de índole partidista o territorial, porque las aguas no son de los territorios son un bien del común, de todos.

Un cordial saludo

Regístrate GRATIS



agronegocios.es

Acceso a la mejor información del sector

Noticias Premium

Newsletters temáticos

Artículos técnicos



Ofertas por compra anticipada CLAAS 2025

LEXION y TRION

 Paquete Connect III
GRATIS

EVION

 Paquete Financ.
4 años al
0% TIN (TAE 0,68%)^(*)

JAGUAR 900 / 800

 Paquete PREMIUM LINE
ADV. BONIFICADO^(**)

AXION Y ARION 500/600 CMATIC
ARION 450/470

 Viaje Fábrica Tractores
GRATIS

AXION 900 / 800

 Paquete Connect II
GRATIS

ARION 600 / 500

 Paquete Connect I
GRATIS

ARION 470/460/450/440/430

 Paquete Cabina Premium
GRATIS

NEXOS

 Equipamiento con Cabina 25
GRATIS

NEXOS

 Equipamiento sin Cabina 25
GRATIS

Ventajas por compra
antes del **31.12.2024**

CLAAS


Más información
en Configurador
CLAAS

Campañas promocionales válidas del 01/10/2024 al 31/12/2024. Hasta agotar existencias, en los concesionarios CLAAS adheridos. Mensaje publicitario con fines promocionales. Las imágenes son meramente ilustrativas. Ofertas promocionadas con referencia a la lista de precios válida a partir del 1 de octubre de 2024. (*)TAE 0,68%. Ejemplo basado en la financiación de 100.000€ para operación de leasing, 4 cuotas anuales de 25.000€. Cuotas post pagables. Primera cuota a los 10 meses de la firma. Comisión de apertura 1.500€. Comisión de estudio / Gastos de expediente 95€. Además de las cuotas el cliente deberá abonar el importe derivado de la protección del equipo "Asset protection" de 832€ anuales (**). Interés subvencionado por CLAAS IBERICA SA. Financiación realizada por CLAAS FINANCIAL SERVICES S.A. Sucursal en España. Importe máximo a financiar 45% de PVP. Operación sujeta a estudio y aprobación. Oferta válida hasta fin de existencias. (***) Importe variable según el precio del equipo financiado. (***) Oferta hasta 30/09/2025

SUMARIO / 558

7 EN PORTADA

Fenacore alerta de que tres de cada diez obras hidráulicas no se han construido. **Redacción VR.**

8 REPORTAJE

EIMA 2024. Más de 60.000 máquinas y 1.750 empresas en la edición número 46 de EIMA. **Mari Pinardo.**

11 ESPECIAL
HORTÍCOLAS

12 *Balance positivo de la campaña de melón y sandía.* **Ana Cabrera Sánchez.**

15 *Malherbología en cultivos hortícolas.* **Diego Gómez de Barreda Ferraz.**

20 *Control integrado de virosis de cucurbitáceas en invernadero.* **Dirk Janssen, Leticia Ruiz, Leonardo Velasco, Luis Galipienso y Luis Rubio.**



26 *Impacto de la biosolarización sobre la microbiota nativa de un suelo de invernadero.* **Jose Ignacio Marín Guirao y Miguel de Cara.**

32 *Comportamiento de variedades tradicionales de tomate cultivadas con bajos insumos.* **Alicia Sánchez-Sánchez, Virginia Hernández, Pilar Hellín, Elena Sánchez, Elia Molina, Nuria López, José Fenoll y Pilar Flores.**

37 VIDA MAQ

38 INSCRIPCIONES

Las inscripciones de tractores suben un 19,5% en los diez primeros meses de este año. **Redacción Vida MAQ.**

42 PRUEBA DE CAMPO

Smart Apply de John Deere. Verificación de este sistema como medio de pulverización selectiva. **Pilar Barreiro, Natalia Hernández, Belén Diezma, Carlos Bustos, Lourdes Lleó, Jorge Muñoz, Pablo Guillén, Antonio Rabasco, Constantino Valero y Vicente Lillo.**

52 AL VOLANTE

Evaluación de un prototipo de pulverizador electrostático para tratamientos fitosanitarios. **F.J. García-Ramos, A. Vigo-Moranco, J. Sánchez-Hermosilla, M. Videgain, S. Artero, I. García Ávalos y F. Páez Cano.**



Edita
EUMEDIA

Redacción, administración y publicidad:
Teléf.: 910 003 892
Avda. Donostiarra, 12 posterior, Local 2.
28027 Madrid
www.vidarural.es

VIDA
RURAL

DIRECTOR:

Jaime Lamo de Espinosa. Dr. Ingeniero Agrónomo y Economista.
Catedrático ETSIA (UPM).

COMITÉ TÉCNICO-CIENTÍFICO:

Jaume Almacellas Gort, jefe del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Cataluña.

Francisco José Arenas Arenas, técnico especialista titular en IFAPA Las Torres-Tomejil. Coordinador Red de Transferencia y Formación en Citricultura.

Pilar Barreiro Elorza, catedrática en Ingeniería Agroforestal en ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

Enrique García Escudero, jefe del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de La Rioja.

Francisco Javier García Ramos, catedrático en Ingeniería Agroforestal de la Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Jacinto Gil Sierra, doctor ingeniero agrónomo. Profesor titular en Ingeniería Agroforestal de la ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

Javier Hidalgo Moya, técnico especialista titular en IFAPA Alameda del Obispo y coordinador de la Red Transforma Olivar.

Rafael Jimenez Díaz, catedrático de Patología Vegetal, ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Luis López Bellido, catedrático de Producción Vegetal, ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Francisco Javier López Díez, doctor Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de León.

Jaume Llovet Vilamanyà, catedrático de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universidad de Lleida.

Pablo Pastrana Santamaría, doctor Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de León.

Santiago Planas de Martí, investigador senior del Centro Agrotecnio CERCA. GI Protección de cultivos.

Manuel Ruiz Torres, responsable del Departamento de Entomología en el Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal en Jaén.

Joan Serra Gironella, investigador - especialista Programa Cultivos Extensivos Sostenibles del IRTA.

Miguel Urrestarazu Gavilán, catedrático de Producción Vegetal en la Universidad de Almería.

Victorino Vega Macías, técnico especialista en olivicultura en el IFAPA.

Jesús Yuste Bombín, doctor ingeniero agrónomo. Investigador en viticultura. ITACYL. Valladolid.

REDACCIÓN:

redaccion@eumedia.es

Coordinación técnica: Elena Mármol.

Coordinación periodística: Mari Pinardo.

Redacción: Patricia Magaña.

DISEÑO GRÁFICO:

Jaime Muñoz

PUBLICIDAD:

publicidad@eumedia.es

Alberto Velasco, Alberto Rabasco y Cristina Cano.

IT y SUSCRIPCIONES:

Informática: Mariano Mero.

suscripciones@eumedia.es

Suscripciones: Mercedes Sendarrubias.

ISSN: 1133-8938. **Depósito Legal:** M-3390-1994

IMPRESIÓN: NUEVA IMPRENTA

Eumedia, S.A. está asociada a  **CLUB ABIERTO DE EDITORES,**
(miembro de  **CCOE**,  **CEPYME** y  **AENOR**).

EUMEDIA, S.A., no se identifica necesariamente con las opiniones recogidas en los artículos firmados.

© Reservados todos los derechos fotográficos y literarios.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta publicación solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de la misma.

Fenacore alerta de que tres de cada diez obras hidráulicas no se han construido

En su "Plan de acción frente a las danas" estima unos daños de 250 millones y 70.000 hectáreas inundadas

Redacción VR.

A sí se refleja en el 'Plan de acción frente a danas' que ha presentado el organismo y del que también se desprende que el agujero en la inversión en obras de regulación en los anteriores Planes Hidrológicos asciende hasta los 3.000 millones de euros, lo que agrava el riesgo que suponen los fenómenos climatológicos más extremos.

El primer informe que cuantifica los efectos de la dana en el regadío demuestra la necesidad de proyectar en el siguiente ciclo de planificación obras de regulación que respondan al principio básico de coste-beneficio. En concreto, los agricultores urgen a construir las 27 presas aprobadas en los anteriores planes hidrológicos.

Entre las actuaciones prioritarias para mitigar las consecuencias de futuras danas, los regantes destacan la limpieza de cauces para mantener los ríos en buen estado funcional y ecológico, cumpliendo con su rol ambiental, social y de protección frente a inundaciones. Estos trabajos implicarían eliminar

La Federación Nacional de Comunidades de Regantes (Fenacore) -que representa a más de 700.000 agricultores de toda España- asegura que hasta la fecha se han ejecutado solo tres de cada diez euros de la inversión prevista en los anteriores planes hidrológicos, por lo que un 29,2% de infraestructuras hidráulicas de interés general no se han construido, pese a haberse aprobado en los diferentes planes de cuenca y contar con sus informes preceptivos.



obstrucciones, sedimentos acumulados y vegetación excesiva capaz de alterar el flujo natural del agua o aumentar el riesgo de desbordamientos.

Fenacore también remarca la importancia del encauzamiento de ríos y barrancos para modificar el cauce natural y así

poder controlar y dirigir el flujo del agua, generalmente con el objetivo de prevenir inundaciones, proteger infraestructuras cercanas o adaptar el río a necesidades específicas (como la navegación, el riego o el uso urbano del suelo). Del mismo modo, no recomienda construir

ni rehabilitar viviendas dañadas en zonas inundables.

La Federación sostiene que estas actuaciones habrían servido para mitigar las terribles consecuencias que tuvieron las últimas riadas, que según sus estimaciones provocaron más de 250 millones de euros de daños en infraestructuras de riego e inundaron más de 70.000 hectáreas, fundamentalmente, en Comunidad Valenciana, Andalucía y Castilla-La Mancha.

Frente a este desastre, Fenacore valora los 444,5 millones que el Gobierno ha aprobado en ayudas al sector agrario. Sin embargo, para recuperar cuanto antes la normalidad, los regantes piden que las ayudas sean ágiles y directas para mitigar las pérdidas de producción y acelerar la reactivación de las zonas anegadas; ampliar las zonas declaradas catastróficas y aprobar una exención transitoria de tarifas y cánones para todas ellas; eximir del pago de la potencia eléctrica contratada a los agricultores afectados; y revisar las tasas de cobertura de las acequias para impulsar el "a todo riesgo" y prevenir ante este tipo de catástrofes. ■

EIMA 2024

Más de 60.000 máquinas y 1.750 empresas en la edición número 46 de EIMA



Mari Pinardo. Redacción VR.

EIMA International, la Exposición Internacional de Máquinas para la Agricultura y la Jardinería, celebró entre el 6 y el 10 de noviembre su edición número 46 con unas cifras de récord: 346.800 asistentes, de los cuales 63.100 fueron extranjeros venidos de 150 países, que se acercaron a los 1.750 expositores repartidos en una superficie de 375.000 m².

En esta muestra bienal, que se viene celebrando desde 1969 promovida por FederUnacoma, la Federación Nacional de Fabricantes de Máquinas para la Agricultura, y organizada por la sociedad de servicios FederUnacoma en colaboración con BolognaFiere, se han podido ver más de 60.000 modelos de máquinas, equipos y componentes.

Organizado en 14 sectores de productores y en cinco salones temáticos –Componentes, Digital, Energy, Green e Idrotech–, se pudo ver una amplia oferta cuyo objetivo último es aumentar la productividad al tiempo que se reduce su impacto medioambiental. Además, a muestra contó con un completo programa de reuniones y conferencias, con más de

150, y múltiples premios. Simona Raspastella, directora general de FederUnacoma, recordaba en la presentación de la feria el carácter técnico de este encuentro: este año ha marcado un récord histórico en novedades técnicas premiadas y primicias.

“La mecanización moderna consiente a las empresas seguir siendo competitivas y adaptarse a las necesidades ecológicas del planeta –afirmó Raspastella– y permite incluir la agricultura en un macrosistema que involucra a todos”. Por esta razón, la feria, según Raspastella, ya no es un evento sectorial sino una fábrica de innovación, abierta a los sectores agroindustriales y afines, y proyectada hacia el futuro.

Un año más se han entregado los premios Tractor of The Year 2025, siendo el ganador de la categoría de alta potencia el modelo Case IH Quadtrac 715. En potencia media se hizo con el galardón el Fendt 620 Vario DP y el mejor utilitario fue para el Steyr 4120 Plus. Antonio Carraro ha ganado el mejor tractor especializado, con el Tony 8900 TRG. Y el premio TotYBot ha sido el modelo AgXeed 5.115T2. Por último, el Fendt e107 Vario, se ha llevado el premio al mejor tractor sostenible.

New Holland: sistema de guiado basado en LiDAR

Aprovechando su estancia en la feria, New Holland presentó un avanzado sistema de guiado desarrollado para los tractores especiales New Holland T4 FN, que fue galardonado con el premio a la Innovación.



New Holland presentó en Eima un nuevo sistema de guiado basado en LiDAR; Kuhn consiguió dos premios a la Innovación Técnica; y Kverneland lanzó su nuevo rodillo de púas Helios, una herramienta para el control de las malas hierbas.

Además, la marca fue reconocida dos veces más con menciones para el Seed Terminator, desarrollado para la gama de cosechadoras CR y el sistema CropSpeed que lo incorporan las últimas picadoras de forraje FR.

Ideado para solucionar la falta de operadores, el guiado asistido por visión avanzada se basa en LiDAR y gestiona los movimientos de dirección tanto en las hileras como en los extremos de las mismas. Por ello, es eficaz en situaciones en las que los sistemas basados en GPS no son una solución.

Kuhn: automatización de empacadoras

La apuesta por la innovación y la tecnología de Kuhn fructificaba también en Eima con la obtención de dos premios a la Innovación Técnica: uno por la Automatización de empacadoras Kuhn introducida en las rotoempacadoras de cámara variable VB 7100, y, otro por la Smart Soil Technology (SST), la solución que convierte las gradas de discos independientes Kuhn Optimizer de 6 y 7,5 m en máquinas Isobus.

Kubota: 800 m² de expositor y 25 vehículos

Kubota también participó en la última edición de Eima, donde los visitantes tuvieron la oportunidad de explorar 25 vehículos Kubota, desde tractores compactos y de jardín hasta los tractores de la serie M, cubriendo una superficie total de 800 m². Todo el equipo de la filial italiana acogió a sus visitantes durante los cinco días de la feria para conocer sus novedades.

En un año de celebración –Kubota cumple sus 50 años en Europa– la marca aprovechó para mostrar sus soluciones en conducción autónoma, aplicada en el M7-174, las primeras aplicaciones eléctricas en bajas potencias como el LXe-261, el Ze-461 y el nuevo Kubota GF eléctrico.

BKT: cuatro nuevos neumáticos

BKT lanzó cuatro nuevas soluciones diseñadas para satisfacer las necesidades cada vez más complejas de la agricultura moderna: Agrimax Procrop, diseñado para optimizar el rendimiento, en particular las actividades de pulverización y las operaciones en cultivos en hileras; Agrimax

Spargo SB, diseñado para operaciones de pulverización en campo abierto, cultivos en hileras, hortícolas y viñedos; Agrimax Proharvest, una solución que combina productividad y protección del suelo; y Ridemax Frost, que ofrece una excelente flexibilidad y elasticidad incluso a temperaturas inferiores a cero grados centígrados, además de un agarre y tracción óptimos.

Kverneland: rodillo de púas Helios

Kverneland presentó su nuevo rodillo de púas Helios que ofrece soluciones adaptadas al futuro de la agricultura sostenible logrando un control de las malas hierbas eficiente. Este rodillo se ofrecerá en anchos de trabajo que van desde 3 hasta 6,4 m.

La escarda mecánica con Helios, en cultivos en hilera y en cereales, es una herramienta eficiente para el control de las malas hierbas. También amplía la posibilidad de reaccionar cuando las condiciones limitan la aplicación de tratamientos químicos. Además, al agrietar la capa superior del suelo, rompiendo la cubierta superficial en ciertos suelos después de la lluvia, el rodillo de púas favorece la germinación de las semillas y restablece el flujo de agua y aire, estimulando las reacciones físico-químicas y la vida del suelo.

Fendt: tractores de premio y maquinaria de cosecha y forraje

Fendt presentó dos modelos que captaron la atención de los asistentes y fueron

REPORTAJE



también reconocidos con varios premios: El Fendt 620 Vario DP (DynamicPerformance) recibió el galardón de «Tractor MidPower del Año 2025». Con un rango de potencia de hasta 224 CV, se diseñó como un tractor versátil y potente en el segmento de media potencia. Entre sus innovaciones destacan la transmisión continua VarioDrive, evolución de la conocida transmisión Vario de Fendt.

El Fendt e107 Vario fue premiado como «Tractor Sostenible del Año 2025». Es el primer tractor 100% eléctrico con más de 60 CV. Equipado con una batería de 100 kWh, ofrece una autonomía de entre 4 y 7 horas en aplicaciones de carga parcial. Este modelo mantiene las dimensiones de un tractor convencional.

El stand de Fendt también exhibió su maquinaria avanzada de cosecha y forraje, incluyendo las segadora de discos Fendt Slicer, la rotoempacadora Fendt Rotana y la cosechadora Fendt Ideal 8T, un equipo que combina potencia y tecnología inteligente para optimizar los periodos de cosecha. Una de sus principales innovaciones es el sistema IDEALdrive, que elimina la columna de dirección tradicional y permite el control mediante un joystick en el reposabrazos izquierdo.

John Deere: nuevos tractores Serie 6M

John Deere anunció la introducción de los nuevos tractores Serie 6M. La serie cuenta ahora con un total de 17 modelos, 10 de los cuales tienen una potencia superior a

Fendt exhibió durante la feria su cosechadora Fendt IDEAL 8T, cuya principal innovación es el sistema IDEALdrive; John Deere anunció la inclusión de nuevos tractores de la serie 6M; y Claas revisó su gama Nexos 200 Comfort, que incluye cuatro series de modelos con potencia de 85 a 120 CV



150 CV. Estos modelos cubren una amplia variedad de exigencias, desde el compacto 6M 95 hasta el robusto 6M 250, además de ofrecer cuatro tamaños de chasis.

Entre los más destacados de la serie se encuentran el modelo 6M 150, que cuenta con un motor de 4 cilindros, y el 6M 145, con un motor de 6 cilindros. En la parte más potente de la serie se encuentran los modelos 6M 230 y 6M 250, que cuentan con un chasis con una distancia entre ejes de 2.900 mm.

Los nuevos tractores están equipados con motores de 4,5 o 6,8 litros y ofrecen hasta 20 CV adicionales de potencia.

Ceat: Farmx R65 X3, tracción y estabilidad

Ceat Specialty presentó su nueva gama de neumáticos agrícolas y forestales que incluye el Farmax R65 X3, un neumático diseñado para ofrecer una tracción y estabilidad óptimas en múltiples terrenos, garantizando tanto la seguridad como la eficiencia. Y el Ceat Specialty Logger XL, especialmente diseñado para el trabajo forestal, con una banda de rodadura refor-

zada para una máxima durabilidad y capacidad de autolimpieza. También destacan los neumáticos Agricultural Tracks y Sustainmax, que ofrecen tecnología de protección del suelo y materiales ecológicos.

Claas: versión revisada de la gama Nexos 200 Comfort

Claas presentó una versión revisada del Nexos 200 Comfort con una nueva cabina de amortiguación en cuatro puntos, un diseño actualizado y funciones automáticas.

Posicionada por encima del Nexos Trend la gama Nexos 200 Comfort incluye cuatro series de modelos con potencias de motor de 85 a 120 CV, eje delantero amortiguado Proactiv opcional y anchuras exteriores de 1 a 1,55 metros. Un motor FPT de cuatro cilindros y 3,6 litros con tratamiento posterior de gases de escape SCR Fase V y un intervalo de cambio de aceite de 600 horas, garantiza una potente y eficiente propulsión y amplias reservas incluso en pendientes pronunciadas. Además, un depósito de combustible de 100 litros proporciona reservas suficientes para tareas más exigentes. ■



VIDA RURAL

ESPECIAL

Hortícolas

- 12 *Balance positivo de la campaña de melón y sandía.*
Ana Cabrera Sánchez.
- 15 *Malherbología en cultivos hortícolas.*
Diego Gómez de Barreda Ferraz.
- 20 *Control integrado de virosis de cucurbitáceas en invernadero.*
Dirk Janssen, Leticia Ruiz, Leonardo Velasco, Luis Galipienso y Luis Rubio.
- 26 *Impacto de la biosolarización sobre la microbiota nativa de un suelo de invernadero.*
Jose Ignacio Marín Guirao y Miguel de Cara.
- 32 *Comportamiento de variedades tradicionales de tomate cultivadas con bajos insumos.*
Alicia Sánchez-Sánchez, Virginia Hernández, Pilar Hellín, Elena Sánchez, Elia Molina, Nuria López, José Fenoll y Pilar Flores.

Balance positivo de la campaña de melón y sandía

Ana Cabrera Sánchez.

Analista de Mercados de Plataforma Tierra.

Tras dos años con dificultades en la oferta por incidencias meteorológicas, la evolución de las temperaturas y precipitaciones se ha comportado de forma más benévola en 2024. Esto ha permitido una oferta suficiente para abastecer el mercado durante todo el periodo productivo y una excelente calidad de producto, así como una transición ordenada entre las plantaciones tempranas y las más tardías, favoreciendo la comercialización.



Si se analiza la evolución de la superficie cultivada, se observa cierta estabilidad en las hectáreas destinadas a estos cultivos con un total de 38.259 hectáreas y con tan solo con un ligero incremento en la superficie ocupada por melón (+1,5%) hasta alcanzar las 16.550 hectáreas (**cuadro I**). La superficie de sandía no ha variado situándose en 21.708 hectáreas, según los últimos datos publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en su informe de Avances de Superficies y Producciones del mes de julio.

Evolución de los rendimientos y las cotizaciones

A pesar de no registrarse un aumento significativo de la superficie cultivada, ha tenido lugar un incremento de los rendimientos medios respecto a 2023 debido a una correcta polinización y cuajado de frutos, así como una meteorología favorable para la obtención de fruta de muy buena calidad.

Este incremento en los rendimientos medios se ha saldado con una producción total de melón y sandía de 1,79 millones

de toneladas, lo que representa un 7,2% más que en la campaña pasada. Atendiendo de forma individual a los dos productos analizados, se observa un aumento mayor de la oferta de sandía (+9,1%) que de melón (+3,2%).

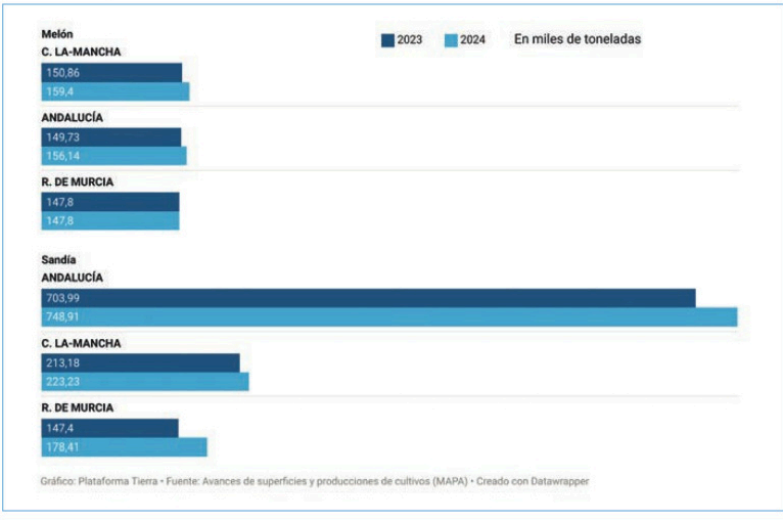
En lo que respecta a la distribución regional de la producción (**figura 1**), se observa una recuperación de los volúmenes de sandía en la Región de Murcia respecto a 2023 (+21%), cuando las lluvias primaverales comprometieron la cosecha de esta región. No obstante, la tendencia positiva se ha dado también en el resto

CUADRO I
EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE MELÓN Y SANDÍA.

		2023	2024	% var. 2024
Hectáreas	Sandía	21 707	21 708	0,0%
	Melón	16 301	16 550	1,5%
	Total	38 008	38 258	0,7%
Miles t	Sandía	1 153	1 258	9,1%
	Melón	515	531	3,2%
	Total	1 668	1 789	7,2%

Tabla: Plataforma Tierra • Fuente: Avances de superficies y producciones de cultivos (MAPA) • Creado con Datawrapper

FIG. 1 Distribución de la producción de melón y sandía en las principales regiones productoras.



de zonas productoras, como Andalucía (+6,4%) o Castilla-La Mancha (+4,7%). La tendencia de la producción de melón también ha sido positiva para las principales zonas productoras, en las que

Castilla-La Mancha y Andalucía han mejorado sus volúmenes en un 5,7% y un +4,3%, respectivamente comparado con 2023. En el caso de la Región de Murcia, la producción se ha presentado muy

estable en comparación con la campaña anterior.

Por otra parte, el incremento de la producción y la distribución temporal de la misma ha permitido una comercialización favorable, tal y como ponen de manifiesto las cotizaciones medias en origen.

Estos precios en valores absolutos son favorables para el productor alcanzando un precio medio de 0,42 €/kg en el caso de la sandía y de 0,54 €/kg en el caso de melón piel de sapo. No obstante, estas cifras son inferiores a las presentadas en 2023.

Atendiendo al comportamiento de las diferentes tipologías de producto, se observa cómo la cotización media de la sandía apirena (sin semillas) ha alcanzado los 0,46 €/kg lo que supone una contracción del 12,3% comparado con la campaña anterior, pero superior a la media de las cinco últimas en un 22,7%.

En cuanto a las principales tipologías de melón, las cotizaciones de melón Galia y Cantaloup han aumentado respecto a 2023, en sendos crecimientos del 8,5% y del 7,9%, mientras que la evolución más desfavorable ha sido la de melón piel de sapo, como hemos visto antes.

En cualquier caso, se observa en la figura 2 que las cotizaciones de melón y sandía han sido superiores a la media quinquenal en todas sus tipologías. No obstante, los costes de producción también son en la actualidad más elevados que en el periodo prepandemia.





- ✓ Mejora la respuesta al estrés abiótico
- ✓ Aumenta el aprovechamiento de nutrientes
- ✓ Mejora los parámetros de calidad

¡En solo dos horas!



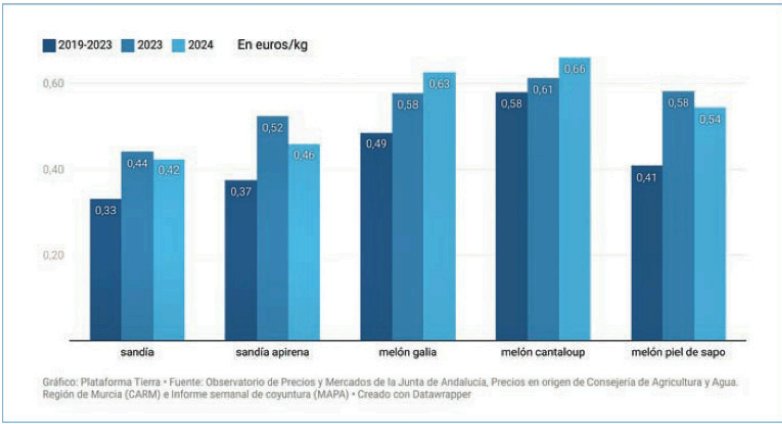
 info@algaenergy.com



*En las primeras dos horas ocurre una sobreexpresión de los genes del cultivo, el tiempo hasta los resultados visibles varía dependiendo del cultivo y el plan de aplicación.

ESPECIAL HORTÍCOLAS

FIG. 2 Cotizaciones de melón y sandía de las campañas 2023, 2024 y promedio de las cinco últimas.



Por destinos, han mejorado los envíos a los principales países de exportación: Alemania (19,1%), Francia (13,4%), Reino Unido (37,6%) y Países Bajos (28,4%), aunque con volúmenes todavía por debajo del histórico reciente en el caso de Alemania y Francia. En cuanto a las importaciones, se han reducido en un 25,9% con un total de 135.122 toneladas de melón y sandía. No obstante, la reducción de las compras ha sido mayor en sandía (-37%) que en melón (-5,2%).

Por países han aumentado las compras a orígenes de producción como Brasil o Senegal, principalmente en los meses de contraestación hasta el mes de abril, cuando comienzan las variedades tempranas en España. También resulta destacable el descenso de las importaciones procedentes de Marruecos que han tenido restricciones de plantación por la sequía, así como problemas de virosis en algunas zonas que han limitado la oferta marroquí. El valor de las importaciones también se ha reducido (-22,6%), aunque con un aumento del precio de entrada a España (+4,4%) hasta los 0,78 €/kg, por lo que las empresas comercializadoras que han necesitado adquirir producto foráneo, han incurrido en un mayor gasto de abastecimiento.

CUADRO II

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE MELÓN Y SANDÍA.

(enero-agosto)						
Volumen (miles t)				Valor (millones de euros)		
	2023	2024		2023	2024	
Melón	271,44	304,66	12,2%	261,44	296,31	13,3%
Sandía	608,34	727,73	19,6%	459,54	508,11	10,6%
Total	879,78	1.032,39	17,3%	720,98	804,43	11,6%

Tabla: Plataforma Tierra • Fuente: Datacomex • Creado con Datawrapper

Evolución de las importaciones y exportaciones

Respecto a la evolución de la demanda, esta ha sido positiva. Si bien es cierto que el clima en Europa no acompañó durante las primeras semanas de la campaña este se reactivó con fuerza en julio y agosto, hasta alcanzar un total de exportaciones acumulado (enero-agosto) de 1,03 millones de toneladas. Esta cifra supone un incremento del 17,3% respecto a 2023 y supera la barrera del millón de toneladas tras dos campañas en las que el volumen exportado ha sido inferior.

En cuando al valor de las exportaciones se ha situado hasta agosto en los 804,43 millones de euros, cifra que representa un aumento del 11,6% comparado con la campaña anterior.

Por productos se observa que los envíos al extranjero de melón han mejorado en volumen (12,2%), valor (+13,3%) y precio medio (+1,0%), dejándose notar una apreciación del producto en el mercado internacional comparado con los datos de 2023, pero especialmente respecto a la media del último quinquenio (+18,9%).

En cuanto a la exportación de sandía, han aumentado en volumen (19,6%) y valor (+10,6%) comparado con la campaña anterior, sin embargo, su precio medio unitario se ha reducido en un 7,6%. A pesar de esta reducción, debido a la excepcionalidad de las dos campañas anteriores, su precio medio de exportación ha superado en un 17,2% la media de las cinco últimas, alcanzando la cotización media de 0,70 €/kg desde enero hasta agosto (**cuadro II**).

Conclusión

Para concluir podemos afirmar que la campaña de melón y sandía se ha saldado en positivo, con una fruta de excelente calidad que ha sido acompañada de una demanda activa, especialmente en lo que respecta al comercio exterior. ■

Malherbología en cultivos hortícolas

Control cultural, mecánico, químico y uso de cubiertas para un control eficaz de las malas hierbas

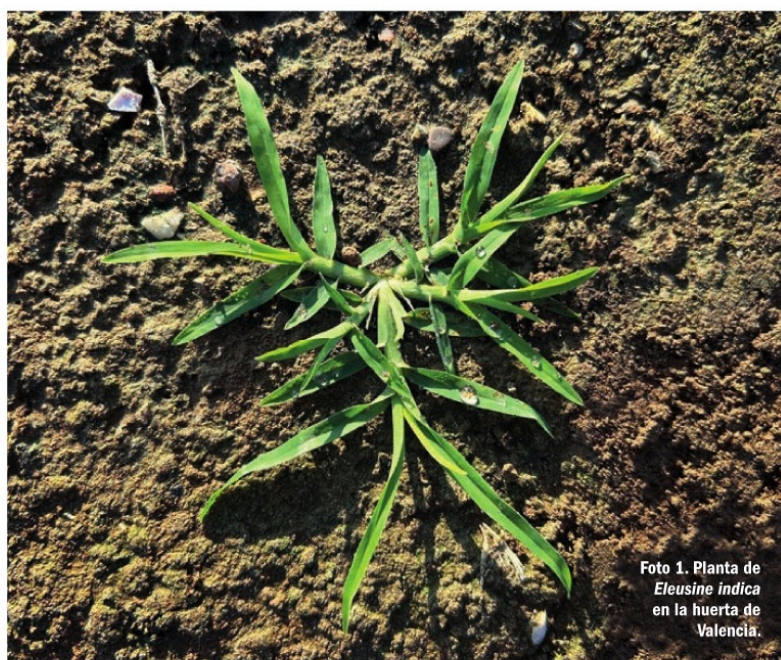


Foto 1. Planta de *Eleusine indica* en la huerta de Valencia.

Diego Gómez de Barreda Ferraz.

Profesor Titular del Departamento de Producción Vegetal. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universitat Politècnica de València.

El control de las malas hierbas en cultivos hortícolas es casi obligado. Así como en los cultivos perennes, como los frutales o el viñedo, se puede convivir con ellas manejándolas adecuadamente, por ejemplo, en el centro de las calles, en los cultivos hortícolas conviene prevenir su aparición o eliminarlas en sus primeras fases. En este artículo se analizan las distintas opciones disponibles para realizar de forma eficaz este control.

A nivel mundial, se estima que un tercio del rendimiento potencial de los cultivos se pierde debido a la presencia de agentes bióticos como las malas hierbas, plagas y enfermedades, y que estas pérdidas las producen en mayor medida las malas hierbas (Oerke and Dehne, 2004). Sin embargo, esta idea es muy dependiente del tipo de agricultura y climatología, siendo la presión de las malas hierbas más elevada en agricultura intensiva de regadío en zonas del piso bioclimático Termo-Mediterráneo; en España, la franja costera desde el sur de la ciudad de Barcelona hasta la provincia de Cádiz incluyendo el valle inferior del Guadalquivir. Es precisamente esta zona agrícola de España donde más importancia tienen los cultivos hortícolas, por la suavidad de su clima en invierno y la gran diversidad de especies hortícolas que pueden cultivarse.

Las malas hierbas también disfrutan de este clima y se han seleccionado a lo largo de los siglos aquellas mejor adaptadas al manejo de los cultivos, y en las últimas décadas aquellas mejor adaptadas a los nuevos métodos de control, sobre todo al químico y al uso de los plásticos.

Si se realiza un buen control inicial de las malas hierbas en cultivos hortícolas, antes de la siembra o plantación, o inmediatamente tras ella, el nivel de éxito es muy elevado por las siguientes razones:

- 1.- El ciclo de los cultivos hortícolas es corto: pocas semanas en cultivos para IV-gama, dos meses en nabos y rábanos, dos o tres meses para espinacas, lechugas, col china, etc. Podría decirse que por término medio un cultivo hortícola dura tres o cuatro meses en campo, por lo que a las malas hierbas no les da tiempo a desarrollarse adecuadamente si se hacen las cosas bien al inicio.
- 2.- En horticultura, los cultivos se propagan fundamentalmente plantando en un campo recién fresado, una planta

ESPECIAL HORTÍCOLAS



Foto 2. Planta de *Coronopus didymus* en la huerta de Valencia.



Foto 3. *Coronopus didymus* instalada entre el plástico y la calle labrada.

CUADRO I

MALAS HIERBAS ESPECIALISTAS EN COMPETIR EFICAZMENTE EN CULTIVOS HORTÍCOLAS.

Anuales de hoja estrecha	Anuales de hoja ancha	Perennes
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Coronopus didymus</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Eleusine indica</i>	<i>Euphorbia postrata</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	

preparada en semillero, con 3-6 hojas, por lo que el cultivo va ya por delante de la mala hierba que aún debe germinar, emerger y desarrollarse.

3.- Algunos cultivos hortícolas (calabaza, chufa, melón, sandía), desde la mitad de su ciclo de cultivo, cubren totalmente el suelo y compiten fuertemente con las malas hierbas.

Aun así, hay malas hierbas especialistas, algunas que escapan fácilmente al control químico, otras que emergen de potentes órganos de reserva situados bajo la superficie del suelo, y otras que son capaces de desarrollarse y semillar en ese corto espacio de tiempo, interfiriendo no solo en el rendimiento final del cultivo sino en la recolección del mismo.

En el **cuadro I** pueden observarse algunas de las más difíciles de eliminar en cultivos hortícolas, entre las malas hierbas de hoja estrecha destacan las anuales de verano como *D. sanguinalis* y *E. indica* (**foto 1**), que emergen del suelo a mitad primavera y afectan por tanto a los culti-

vos hortícolas de verano (cucurbitáceas, solanáceas, judía, boniato y chufa) desde su implantación. Otra poácea causante de problemas es *P. annua*, pero, en este caso, al germinar a finales del verano, afecta a los hortícolas de implantación otoño-invernal. Entre las malas hierbas de hoja ancha del **cuadro I** destaca en los últimos años la brasicácea *C. didymus* (**fotos 2 y 3**), capaz de tapizar todo el campo a ras de suelo durante el otoño-invierno; y en verano, otras dos tapizantes, *P. oleracea* y *E. postrata*. Finalmente, hay que subrayar el gran problema que puede haber con dos malas hierbas perennes de desarrollo estival, *C. arvensis* y *C. rotundus*, cuya mera presencia en el campo implica un grado de control especial y mucho más exhaustivo.

Métodos de control

Existen muchas maneras de controlar las malas hierbas y el agricultor debe aprender a manejarlas adoptando varios méto-

dos de control en cada ciclo de cultivo, sin basarse en un solo método. Por ello, hay que realizar varios de ellos pues las malas hierbas se adaptan rápidamente a un manejo particular.

Manejo cultural

Rotación de cultivos

Esta es la clave, no solo para el control de malas hierbas, sino de los demás organismos perjudiciales en los cultivos pues todos son muy específicos, de forma que a cada mala hierba le gusta convivir en un cultivo pues está adaptada a su manejo particular. La simple rotación del tipo de cultivo en una zona y época del año hará que no se seleccione ni se haga fuerte una mala hierba en una determinada zona. Si siempre se cultiva, por ejemplo, lechuga en el mismo campo y durante la misma época del año, se seleccionarán a medio plazo aquellas malas hierbas con un ciclo vital menor de tres meses.

Manejo del cultivo

Cualquier labor agrícola debe ser realizada de tal manera que no fomente la aparición de las malas hierbas. Como ejemplos, se pueden citar: la elección del cultivo y variedad comercial adecuada a la zona y climatología; uso de material de propagación sano; siembra o plantación inmediata tras la preparación del lecho de

siembra; riego y fertilización adecuada, sin excesos; prospección de malas hierbas y actuación rápida frente a ellas; pronta eliminación de restos del cultivo y malas hierbas tras la recolección.

Solarización

Técnica consistente en cubrir un suelo labrado y en sazón con un plástico transparente de unas 80-120 galgas durante los meses más cálidos del año (julio-agosto). Con ello se consigue incrementar la temperatura del suelo bajo el plástico a unos niveles letales para cualquier mala hierba en proceso de germinación. Es muy conveniente realizar la solarización si se ha decidido implantar por siembra directa un cultivo hortícola tras el verano.

Falsa siembra

Técnica que consiste en regar el campo tras haberlo preparado para la siembra o plantación, pero sin realizar ésta. Al cabo de unos días emergen las malas hierbas que son eliminadas mediante otra labor en cuanto se puede entrar en el campo, con posterior siembra o plantación inmediata.

Manejo mecánico

Escarda manual

Mediante el uso de cualquier herramienta ligera, sobre todo contra malas hierbas



Foto 4. Escarda manual en el cultivo de la chufa en Alboraya (Valencia).

que hayan salido en la misma línea de cultivo (**foto 4**). Debe hacerse de manera frecuente pero no debe ser el método principal de control de malas hierbas en el cultivo, sino un apoyo a un método principal. Es fundamental la prospección del cultivo desde el inicio, pues es mucho menos costoso eliminar las malas hierbas en estado de plántula.

Pase entre las líneas de cultivo de aperos arrastrados por motocultor o tractor

Debe hacerse tras las primeras emergencias de las malas hierbas después de un riego o lluvia. Si se hace más tarde, además de ser menos efectivo, podría dañar a la parte subterránea del cultivo que mu-

chas veces es precisamente la que posteriormente será cosechada (chirivía, nabo, patata, rábano, zanahoria, etc.). El apero deberá no solo actuar sobre el fondo del surco sino en las paredes del caballón o meseta, e incluso cuando el apero es de material flexible podría actuar en la misma línea de plantación (ver artículo de Cirujeda y col., 2017).

Uso de cubiertas

De material orgánico

Instalación en la línea del cultivo de paja de cereal (arroz, cereal de invierno o maíz triturado) a una dosis de 1-2 kg/m² aproximadamente, para evitar la emergencia,



Foto 5. Mulch orgánico (triturado de planta de maíz y paja de arroz) en cultivo de melón en Meliana (Valencia).



Foto 6. Mulch orgánico (paja de arroz) en cultivo de calabacín en Meliana (Valencia).

ESPECIAL HORTÍCOLAS

CUADRO II

HERBICIDAS AUTORIZADOS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS A 25 DE MAYO DE 2024 (<https://servicio.mapa.gob.es/regfiweb>).

Materia activa herbicida	Grupo HRAC	Cultivos autorizados	Modo de acción
Aclonifen	32	Ajo, apio, cebolla, chirivía, hinojo, guisante, patata, tomate, zanahoria	Aplicar en preemergencia de las malas hierbas
Clomazona	13	Boniato, calabacín, guisante, haba, hinojo, judía, nabo, patata, pepino, pimiento, zanahoria	
Clomazona + metribuzina	13 + 5	Patata	
Clomazona + pendimetalina	13 + 3	Espárrago, guisante, haba, hinojo, judía, patata, zanahoria	
Etofumesato	15	Remolacha de mesa	
Metazaclo	15	Berza, brócoli, col Bruselas, col, coliflor	
Metribuzina	5	Berza, boniato, espárrago, patata, tomate, zanahoria	
Metribuzina + prosulfocarb	5 + 15	Patata	
Pendimetalina	3	Achicoria, alcachofa, ajo, apio, berenjena, berza, boniato, brócoli, cebolla, col Bruselas, col, coliflor, escarola, espárrago, fresa, guisante, haba, judía, lechuga, melón, patata, pimiento, puerro, tomate, zanahoria	
Propizamida	3	Brócoli, cardo, escarola, lechuga,	
Prosulfocarb	15	Ajo, boniato, chirivía, patata	Aplicar en postemergencia de las malas hierbas de hoja estrecha
Fluazifop-p-butil	1	Ajo, alcachofa, berenjena, cebolla, chirivía, chufa, espárrago, guisante, haba, judía, nabo, patata, pepino, rábano, remolacha de mesa, zanahoria	
Propaquizafop	1	Ajo, berenjena, boniato, brócoli, calabaza, cebolla, chirivía, coliflor, espárrago, guisante, haba, judía, melón, nabo, patata, rábano, sandía, tomate, zanahoria	
Quizalofop-p-etil	1	Achicoria, ajo, berenjena, berza, brócoli, cebolla, col, coliflor, espinaca, fresa, guisante, haba, judía, nabo, patata, tomate, zanahoria	
Quizalofop-p-tefuri	1	Patata	
Cicloxidim	1	Ajo, berenjena, berza, col Bruselas, cebolla, col, col china, coliflor, escarola, espinaca, guisante, habas, judía, lechuga, patata, pimiento, puerro, tomate, zanahoria	
Cletodim	1	Ajo, alcachofa, cebolla, patata, tomate, zanahoria	
2,4-D	4	Espárrago	
Clopiralida ¹	4	Remolacha de mesa	
Fluroxipir	4	Cebolla	Aplicar en postemergencia de las malas hierbas de hoja ancha
Bentazona	5	Guisante, haba, judía, patata	
Fendimifam	5	Remolacha de mesa	
Piridato ²	6	Ajo, alcachofa, berza, brócoli, col Bruselas, cebolla, col, col china, coliflor, espárrago, puerro	
Pirafliufen-etil	14	Alcachofa, patata, tomate	
Carfentrazona	14	Patata	
Etofumesato + metamitrona	15 + 5	Acelga, espinaca, remolacha de mesa	Aplicar en postemergencia de las malas hierbas
Bentazona + imazamox	5 + 2	Guisante, judías	
Pendimetalina + imazamox ³	3 + 2	Guisante	
Rimsulfuron	2	Patata, tomate	Aplicar en postemergencia (NO selectivos)
Gilfosato ⁴	9	Cultivos hortícolas	
Ácido pelargónico ⁴	ϕ ⁵	Cultivos hortícolas	

¹ También autorizado en los demás hortícolas, pero solo en semilleros; ² También autorizado en los demás hortícolas, pero solo en campos de producción de semilla; ³ Mezcla con acción también en preemergencia por la materia activa pendimetalina; ⁴ Aplicar en ausencia del cultivo; ⁵ Grupo HRAC indefinido de mecanismo de acción.

sobre todo, de malas hierbas anuales (**fotos 5 y 6**). Las malas hierbas perennes, si la densidad de *mulch* es baja pueden incluso beneficiarse de él, pues encuentran bajo el *mulch* un ambiente propicio para desarrollarse y no tienen la competencia de las malas hierbas anuales.

De material plástico

Diferentes tipos de láminas plásticas opacas (espesor, color, material, etc.) a colocar en la línea de plantación. Hay que tener en cuenta que la mala hierba *Cyperus rotundus* es capaz de atravesar el material

plástico opaco (**foto 7**) salvo que éste sea un geotextil de gran espesor (130 g/m²). También se han experimentado con éxito algunos tipos de papel como material de cubierta (ver artículo de Lahoz y col, 2020).

Manejo químico

De las casi 350 materias activas herbicidas existentes a nivel mundial, unas 80 están autorizadas en España y tan solo 29 de ellas en cultivos hortícolas. No quiere esto decir que las 29 materias activas

estén autorizadas en todos los cultivos hortícolas, ni mucho menos, el cultivo que más materias activas tiene es la patata con 20, pero muchos cultivos hortícolas solo tienen un herbicida autorizado. Los herbicidas autorizados para cada cultivo pueden obtenerse usando el buscador del Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (<https://servicio.mapa.gob.es/regfiweb>), basta con elegir el cultivo y función (herbicida) para tener el listado de productos comerciales autorizados con sus fichas.



Foto 7. *Cyperus rotundus* atravesando un plástico opaco en cultivo de pimiento en Meliana (Valencia).

En el **cuadro II** se exponen todas las materias activas autorizadas a comienzos de junio de 2024. En la segunda columna aparece una información interesante y clave para prevenir el problema de la aparición de malas hierbas resistentes a los herbicidas. Se trata del grupo de mecanismo de acción del herbicida, designado por el organismo "Herbicide Resistance Action Committee" (HRAC). Es necesario rotar no solo los cultivos sino el grupo HRAC de materia activa herbicida para evitar la aparición de malas hierbas resistentes.

Las primeras once materias activas o mezclas del **cuadro II** se aplican al suelo antes de la emergencia de las malas hierbas o cuando estas acaban de emerger (postemergencia temprana). Son las más importantes, pues cuando se disipe el herbicida en el suelo y salgan las malas hierbas, el cultivo estará ya muy avanzado. Además, de esta manera se evitan problemas de fitotoxicidad hacia el siguiente cultivo en la rotación y de posibles residuos en la parte de la planta cosechada y posteriormente comercializada.

Las siguientes seis materias activas sirven para eliminar malas hierbas de hoja estrecha en postemergencia, pero conviene hacerlo también cuanto antes, al menos antes de que las malas hierbas em-

piecen a ahijar pues se pierde efectividad. Como se puede observar en el **cuadro II**, estos seis herbicidas pertenecen al mismo mecanismo de acción (grupo 1) por lo que no conviene basar la estrategia del control de malas hierbas poáceas en estos herbicidas de manera repetitiva.

Posteriormente, en el **cuadro II** aparecen ocho materias activas más para aplicar en postemergencia, pero en este caso de malas hierbas de hoja ancha, siendo la mayor parte de los herbicidas de traslocación, aunque otros como carfentrazona y piraflufen-etil son de contacto. Aparecen luego tres mezclas herbicidas y la materia activa rimsulfuron, que sirven para eliminar en postemergencia tanto malas hierbas de hoja ancha como estrecha, incluso la mezcla que lleva pendimetalina evitará la emergencia de malas hierbas.

Por último, se listan dos materias activas (ácido pelargónico y glifosato) que, aunque están autorizadas en todos los cultivos hortícolas, no deben aplicarse en presencia de ellos pues no presentan selectividad, se usan antes de la implantación de los hortícolas y con el campo cubierto de malas hierbas.

Hay otras dos materias activas adicionales (no mostradas en el **cuadro II**), S-metolaclo (nabo, patata y tomate) y

metil-triflusalifuron (remolacha) que a fecha de redacción de este artículo (mayo de 2024) están aún autorizadas en los citados cultivos, pero con fecha de caducidad en junio de 2024.

Hasta hace pocos años podía usarse también la denominada desinfección química con los productos metam-Na y metam-K, desinfectantes del suelo que además de eliminar gran cantidad de propágulos de plagas y enfermedades también controlaban malas hierbas en preemergencia. Hoy en día los desinfectantes del suelo están únicamente autorizados en invernadero, para ser usados mediante el riego localizado y en los siguientes cultivos: berenjena, calabacín, fresa, lechuga, pepino, pimiento y tomate.

Otros tipos de control

Existen otros tipos de control de las malas hierbas, pero no están del todo desarrollados en cultivos hortícolas. Los métodos térmicos, si bien son eficaces, no son selectivos y pueden afectar tanto al cultivo como a los materiales plásticos utilizados para el acolchado o el riego. En la Universitat Politècnica de València se están ensayando ya desde hace años extractos naturales de diferentes especies vegetales (ajenojo, eucalipto, santolina, tomillo, etc.) que aplicados sobre las malas hierbas en estado incipiente son capaces de controlarlas, aunque de nuevo la selectividad frente al cultivo es el principal obstáculo para su uso. ■

BIBLIOGRAFÍA

Cirujeda, A., Marí, A.I., Pardo, G., Moreno, M.M., Aibar, J. (2017). Control mecánico de malas hierbas en tomate de industria. *Vida Rural*, 424: 20-24.

Lahoz García, I., Uribarri Anacabe, A., Orcaray Echeverría, L. (2020). El papel como alternativa sostenible al acolchado agrícola. *Navarra Agraria*, 242: 13-22.

Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. (2024). Registro de Productos Fitosanitarios. <https://servicio.mapa.gob.es/regfweb> (acceso 25 mayo de 2024).

Oerke, E.C., y Dehne, H.W. (2004). Safeguarding production-losses in major crops and the role of crop protection. *Crop protection*, 23: 275-285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>

Control integrado de virosis de cucurbitáceas en invernadero

La mayor parte de las nuevas enfermedades son producidas por patógenos de origen viral

En lo que a virosis se refiere, en cultivos de cucurbitáceas en España caben destacar la introducción reciente de CCYV y la implantación de cepas agresivas de CGMMV. El control de las enfermedades virales se basa principalmente en medidas profilácticas que dificulten la dispersión de los virus o el uso de variedades resistentes. La estrategia de control integrado, basada en la implementación de diferentes medidas de manera coordinada ha resultado exitosa en el control de algunas de las principales virosis que afectan a nuestros cultivos.

Dirk Janssen¹, Leticia Ruiz¹, Leonardo Velasco², Luis Galipienso³, Luis Rubio³.

¹ Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria (IFAPA), Centro La Mojonera, Almería.

² Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria (IFAPA), Centro de Málaga Churriana, Málaga.

³ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, Moncada, Valencia.



Las enfermedades emergentes y reemergentes, debidas a la introducción de nuevos patógenos o la aparición de variantes agresivas de los mismos, es uno de los problemas más graves con los que se enfrenta la agricultura moderna. Factores como la globalización, la invasión de áreas naturales y el cambio climático propician la aparición de

nuevas enfermedades. La mayor parte de éstas son producidas por patógenos de origen viral (se estima que hasta un 47% del total). Un ejemplo es lo sucedido en nuestro país, en donde desde principios de los años 80, se han descrito la introducción de más de 40 especies de virus vegetales en cultivos hortícolas (**figura 1**) lo que implica un promedio de una nueva

introducción por año (Velasco *et al.*, 2020). En cucurbitáceas, los virus transmitidos por pulgones, son los que tuvieron mayor incidencia durante esa década. Cabe destacar por su relevancia tres miembros del género *Potyvirus*, como el virus del mosaico amarillo del calabacín (zucchini yellow mosaic virus, ZYMV), el virus del mosaico de la sandía (watermelon mosaic virus,

FIG. 1 Esquema temporal de la emergencia de virus en cultivos hortícolas de la cuenca mediterránea de España (Velasco et al., 2020).

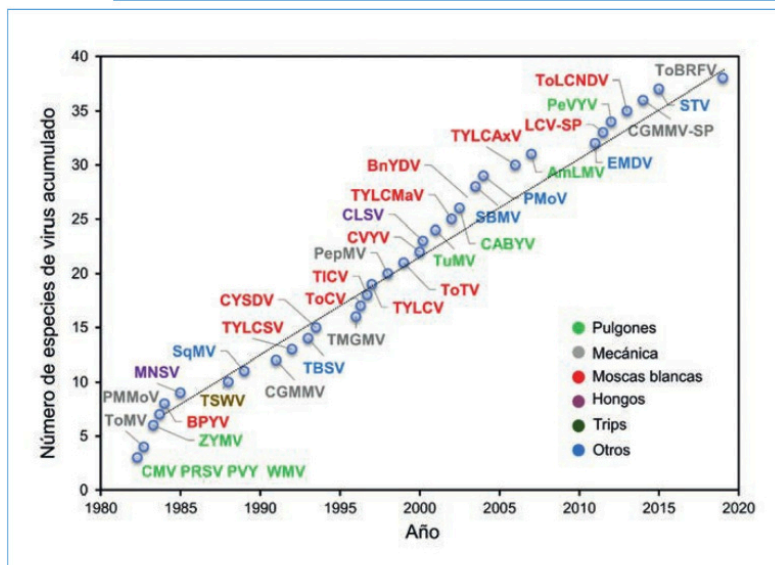


Foto 1. Síntomas producidos por CGMMV en pepino.

WMV) y el virus de las manchas anulares de la papaya (papaya ring spot virus PRSV), así como el virus del mosaico del pepino (cucumber mosaic virus, CMV) del género *Cucumovirus* y el virus del amarilleo de las cucurbitáceas transmitido por pulgones (cucurbit aphid-borne yellows virus, CABYV) del género *Polerovirus*. CMV, WMV y ZYMV causaron tanto daño en los cultivos protegidos que obligaron al agricultor a instalar mallas anti-insectos o plásticos en las ventanas y laterales inferiores de los invernaderos para evitar la entrada del vector. Como resultado se redujo considerablemente la incidencia de estos virus en cultivos protegidos, minimizándose las pérdidas originadas.

Aproximadamente un tercio de las especies virales que afectan a los cultivos son transmitidas por otra importante plaga, la mosca blanca *Bemisia tabaci*, que apareció en Almería a finales de los 80. *B. tabaci* es transmisor de virus que infectan a cultivos muy importantes como tomate, pimiento, pepino, melón, sandía, calabacín y judía causando elevadas pér-

didas para el agricultor. Las enfermedades virales se caracterizan por presentar una sintomatología variable, dependiendo de la especie del virus y la planta huésped. En las hojas es frecuente observar mosaicos, clorosis, manchas necróticas que se pueden extender dando lugar a un marchitamiento de toda la planta y distintos tipos de deformaciones como acucharamiento y filiformismo; en los frutos de las plantas infectados se pueden observar asimismo clorosis, alteraciones en la maduración, deformaciones y necrosis (fotos 1 y 2). Todo esto suele repercutir negativamente en la producción y en la calidad del fruto, originando pérdidas en el sector.

Control de virosis

A diferencia de las plagas y enfermedades producidas por otros patógenos como nematodos, hongos y bacterias, las enfermedades producidas por virus no tienen cura, es decir, no existe un tratamiento eficaz que pueda sanar las plantas enfermas. El control de estas enfermedades es comple-

jo, y se tiene que abordar implementando distintas estrategias. Una de ellas es el uso de plantas resistentes, normalmente obtenidas por procesos de mejora genética. Esta estrategia resulta eficaz, pero con relativa frecuencia las poblaciones virales sufren mutaciones y cambian, apareciendo variantes que pueden sobrepasar las resistencias e infectar las plantas. Paralelamente se deben utilizar otras estrategias encaminadas a la reducción de la incidencia de los virus y limitar su dispersión (Rubio et al., 2020).

El control de las virosis, por tanto, debe adoptar necesariamente la forma de un manejo integrado de la enfermedad que se base en métodos que dificulten la infección y reduzcan la cantidad de inóculo primario (infecciones primarias). Una vez que un virus está presente en un cultivo, se deben implementar estrategias para paliar los efectos que producen, principalmente controlando su propagación (infecciones secundarias). La metodología a seguir dependerá de las características particulares de cada combinación virus-planta huésped o patosistema viral. La aplicación de la metodología que se utilizará en el control integrado requiere

ESPECIAL HORTÍCOLAS

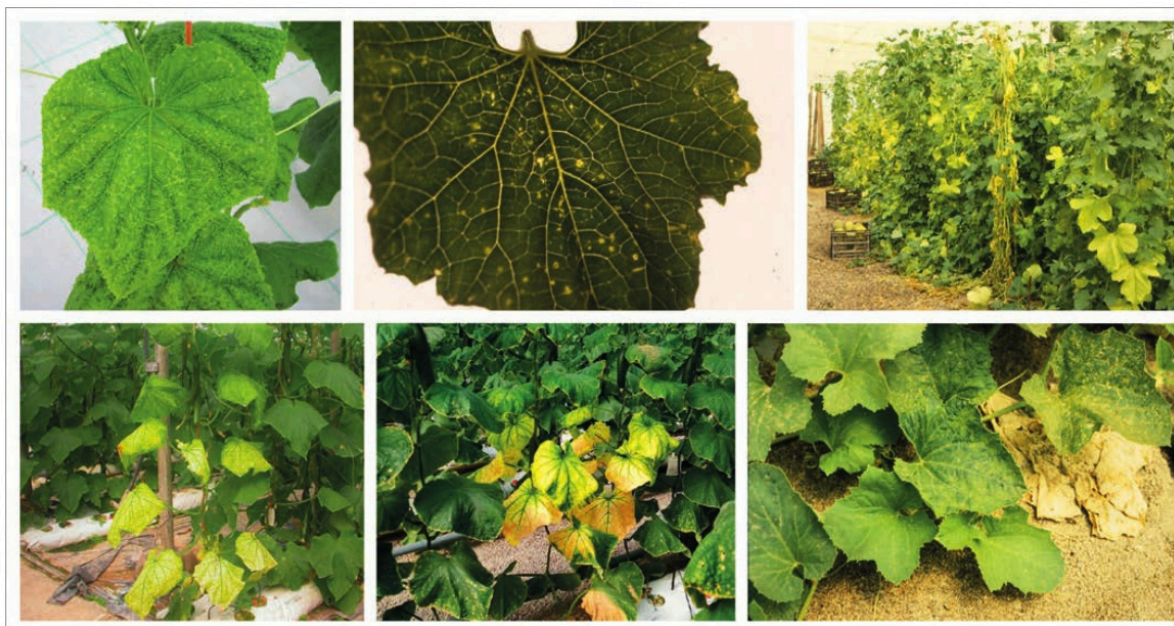


Foto 2. Síntomas que producen algunos virus en cultivos de cucurbitáceas.

un conocimiento profundo de la biología y la ecología de los virus y del modo en el que se desarrollan las enfermedades. Los detalles esenciales de la epidemiología de éstas como las fuentes de inóculo, los mecanismos de propagación, los reservorios y la sintomatología, son cruciales a la hora de tomar la decisión correcta sobre qué estrategia tiene que aplicarse (Jones 2004). Por tanto, el objetivo último del control integrado de las virosis consiste en reducir al máximo el efecto de las enfermedades producidas por estos patógenos en los principales cultivos agrícolas.

Semilla libre de virus

El control de la infección primaria es de gran importancia para el manejo de enfermedades virales. Las medidas legislativas encaminadas a controlar el movimiento de material vegetal son fundamentales para mantener regiones o zonas libres de un virus (Pasquali *et al.*, 2015). En el caso de virus que se transmiten a través de materiales de propagación (semillas, propágulos vegetativos), el establecimiento de sistemas de certificación en la producción de material libre de virus es muy eficaz para

limitar la dispersión de éstos. La certificación de lotes de semillas libres de virus ha sido esencial en el control de virus como el del mosaico de la calabaza (squash mosaic virus, SqMV). Este virus pertenece al género *Comovirus* y afecta principalmente a las cucurbitáceas donde induce la formación de mosaico, clorosis en las venas y deformación de las hojas. La transmisión por semillas es su principal vía de introducción y diseminación a larga distancia. Otro virus relevante y que está causando importantes pérdidas en el sudeste español es el virus del mosaico verde jaspeado del pepino (cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV), del género *Tobamovirus*. En estos casos, las semillas contaminadas son la principal vía de introducción en nuevas áreas y posibilitan el movimiento de este tipo de virus entre países.

El virus de la mancha necrótica del melón (melon necrotic stunt virus, MNSV) del género *Carmovirus*, provoca manchas necróticas sistémicas en las hojas y rayas en los tallos de melón, sandía y pepino y, ocasionalmente, conduce al colapso de la planta ("muerte súbita"). MNSV se transmite por semilla, pero de un modo

inusual ya que es asistida por un vector (VAST) (Campbell *et al.*, 1996). Para que se produzca la transmisión del virus, las semillas contaminadas dependen de la presencia en el suelo de *Olpidium bornovanus*, un hongo zoospórico holocárpico obligado que habita en las raíces. Otro virus que infecta a las cucurbitáceas y que se transmite de manera similar a MNSV es el virus de las manchas foliares del pepino (cucumber leaf spot virus, CLSV), género *Aureusvirus* (Segundo *et al.*, 2001).

Desinfección del suelo y control de insectos vectores

La desinfección química del suelo o la solarización pueden ayudar a reducir las fuentes de inóculo ya que el suelo puede ser también un importante foco de dispersión primaria. La mayoría de los virus que afectan a plantas de hortalizas en invernadero no se transmiten por semilla, sino que lo hacen por insectos vectores, predominantemente pulgones, moscas blancas y trips. El control de la dispersión primaria de estos virus está ligado al éxito en el control del vector en las plantaciones. Se pueden clasificar según el modo de trans-

misión y la persistencia o capacidad de retención del virus en el vector. Los virus de transmisión no-persistente son capaces de transmitirse a la planta huésped casi al momento de ser adquiridos por el vector (desde segundos hasta pocos minutos) y permanecen en el insecto durante sólo unas pocas horas. Además, no requieren tiempo de latencia en el vector (tiempo que

pasa desde que el insecto adquiere el virus hasta que es capaz de transmitirlo). Este modo de transmisión está casi restringido a pulgones, en los que el virus queda retenido en la cutícula del aparato bucal del insecto que lo transmite a la epidermis o parénquima de la planta. Es característico de virus como ZYMV, PRSV, WMV y CMV.

Virus de transmisión persistente

Los virus de transmisión persistente presentan un periodo de retención en el vector mucho más largo (días o semanas), y de adquisición e inoculación de muchas horas o incluso días, siendo necesario un periodo de latencia de al menos varias horas para poder transmitirlo a la planta. Se localizan habitualmente en el floema de la planta, pueden transmitirse tras la muda del insecto y la especificidad virus-vector es muy alta. Este tipo de transmisión en pulgones es característica del CABYV, que infecta melón, sandía, calabaza y pepino e induce síntomas de amarillamiento en las hojas más viejas, produciendo una merma en la producción de los cultivos a los que afecta. La transmisión persistente, es también típica de especies del género *Begomovirus*, a través de la mosca blanca *B. tabaci*. Son virus que presentan una gama de hospedadores muy amplia, infectando a gran número de plantas dicotiledóneas. Están distribuidos por todo el



Foto 3. Barreras físicas contra insectos vectores de virus.

mundo y causan graves pérdidas económicas en cultivos como tomates, alubias, mandioca y algodón. Los síntomas generales que inducen son clorosis y enrollamiento de las hojas apicales de la planta y, si la infección es temprana, retraso del crecimiento de la planta produciendo enanismo. En la Península Ibérica están descritas dos especies: virus del rizado amarillo del tomate (tomato yellow leaf curl virus, TYLCV) en cultivos de tomate y judía, y el virus del rizado del tomate de Nueva Delhi (tomato leaf curl New Delhi virus, ToLCNDV), que afecta principalmente a cucurbitáceas, aunque también es capaz de infectar a solanáceas (Ruiz *et al.*, 2016).

Virus de transmisión semi-persistente

Finalmente, la transmisión semi-persistente, combina características intermedias entre la no persistente y la persistente. Este es el caso de miembros del género *Crinivirus* como el virus del amarilleo y enanismo de las cucurbitáceas (cucurbit yellow stunting disorder virus, CYSDV), el virus del amarilleo clorótico de las cucurbitáceas (cucurbit chlorotic yellows virus, CCYV), y el recientemente introducido virus del amarilleo clorótico de las cucurbitáceas (cucurbit chlorotic yellow virus, CCYV), así como un miembro del género *Ipomovirus*, el virus de las venas amarillas

del pepino (cucumber vein yellowing virus, CVYV). Las hojas de plantas infectadas con crinivirus muestran una clorosis inicial que se extiende hasta afectar a todo el limbo de la hoja, que adquiere un aspecto amarillento que contrasta con el verde de las venas. Los síntomas de amarilleo comienzan en las hojas más viejas y van evolucionando hacia la zona superior de la planta. A diferencia de los sínto-

mas que inducen los crinivirus, las plantas de pepino y melón infectadas con el ipomovirus CVYV muestran un aclaramiento de las venas en las hojas más jóvenes y ocasionalmente, los frutos pueden presentar un mosaico amarillo/verde (Cuadrado *et al.*, 2001). En la sandía, a veces se observa una clorosis leve de las hojas y rajado de frutos, aunque normalmente los síntomas son leves, pudiendo pasar desapercibidos. Independientemente de los distintos modos de transmisión, el control de las virosis transmitidas por insectos se fundamenta en el control del vector, para el que se han desarrollado distintas estrategias de manejo. El establecimiento de cultivos barrera que rodeen a los cultivos susceptibles o la introducción en las plantaciones de especies intercaladas que sean afines al vector y no huésped del virus puede ayudar a limitar la dispersión primaria del virus limitando su impacto.

Establecimiento de barreras físicas

El establecimiento de barreras físicas que impiden el paso de insectos virulíferos (portadores de virus) se utilizan con éxito para controlar enfermedades virales en la gran mayoría de cultivos, incluyendo los de cucurbitáceas. Se pueden proteger los cultivos con mallas permanentes o semi-permanentes a prueba de insectos, sobre todo en las fases tempranas del cultivo

ESPECIAL HORTÍCOLAS

(foto 3). La protección física que presentan los cultivos bajo invernadero reduce el movimiento de vectores virales como la mosca blanca e impiden la consiguiente propagación de virus. Han demostrado ser eficaces para reducir la incidencia de CYSDV y CVYV en pepino, así como TYLCV y el virus de la clorosis del tomate (tomato chlorosis virus, ToCV) en tomate (Janssen *et al.*, 2009; Velasco *et al.*, 2008).

Control de la propagación del virus

El control de la propagación de un virus una vez introducido (infección secundaria) va a depender de su modo de dispersión. Si ésta es a través de un vector que no está presente en el territorio, será de especial importancia aplicar las medidas legislativas, sanitarias y de cuarentena oportunas para evitar la entrada del insecto y por tanto la dispersión de la enfermedad.

En el caso de virus que se transmiten eficazmente por contacto, como los del género *Tobamovirus*, tiene especial relevancia aplicar estrictas medidas profilácticas durante el manejo del cultivo, como el uso de guantes, desinfección de manos, herramientas de poda y cosecha (Ruiz *et al.*, 2018). En el caso de CGMMV se pudo comprobar que el control del movimiento del personal de campo y la aplicación de las medidas anteriormente mencionadas resultó fundamental para evitar la dispersión de la enfermedad en los cultivos afectados (Reingold *et al.*, 2016).

El control biológico de los vectores también puede ayudar a limitar la propagación de los virus que transmiten. La instalación temprana del ácaro fitoseido *Amblyseius swirskii* en calabacín reduce la infestación de *B. tabaci* en esa especie de cultivo, minimizando significativamente



Foto 4. El ácaro *Amblyseius swirskii* usado para control biológico. Foto: Biobest Group.

la propagación secundaria de ToLCNDV (foto 4) (Tellez *et al.*, 2017). Las larvas de *Chrysoperla carnea* Stephens y los adultos de *Adalia bipunctata* L., lograron reducir la propagación secundaria de CABYV por *Aphis gossypii* Glover (Garzon *et al.*, 2016). *Orius laevigatus*, que es la especie de *Orius* usada más ampliamente para el control biológico de trips, también resultó eficaz en el control de la dispersión de CABYV. Otras estrategias encaminadas a reducir el nivel de inóculo, como la eliminación de plantas infectadas dentro de un cultivo, resulta efectiva para disminuir la tasa de dispersión secundaria de virus transmitidos por insectos en las primeras etapas de una epidemia cuando la incidencia es baja (Lecoq y Desbiez, 2012). En el caso de virus transmitidos por contacto como CGMMV, se recomienda la incineración o entierro profundo de las plantas infectadas para eliminar el riesgo de dispersión secundaria (Dombrovsky *et al.*, 2017).

Una vez que la planta está infectada, cualquier estrategia de control debe apuntar a contener el virus y así limitar el daño producido. Si se dispone de resistencia genética efectiva, su incorporación en cultivares comerciales es probablemente la forma más fácil de controlar las enfermedades virales (Gómez *et al.*, 2009). Afortunadamente, la búsqueda de fuentes de resistencia natural para su uso en programas de mejora ha sido exitosa en mu-

chos casos. Gracias a ello se dispone de variedades comerciales con resistencias alta o intermedia contra ZYMV, WMV y PRSV, CABYV y CMV en melón, pepino y calabaza. Existen también cultivares con resistencia intermedia o alta contra CGMMV en pepino. Las variedades de pepino con resistencia intermedia al ipomovirus CVYV o al crinivirus CYSDV proporcio-

nan un control eficaz del virus, especialmente cuando se combinan con otras medidas para disminuir el inóculo como el uso de redes anti-insectos (Janssen *et al.*, 2003). La resistencia al MNSV se ha asociado a la presencia de un gen recesivo (*nsv*) en melón que se ha introducido en variedades comerciales. Alternativamente, el injerto de *Cucurbita máxima* x *C. moschata* sobre melón y sandía es ampliamente utilizado para prevenir la infección transmitida por MNSV a través del suelo.

Protección cruzada

Finalmente, otro método de control de virosis en los cultivos es la protección cruzada. Para ello se inoculan plantas jóvenes con cepas virales avirulentas o poco virulentas que infectan sin causar síntomas activando los mecanismos de defensa en las plantas, protegiéndolas de la infección por una cepa virulenta que pueda llegar al cultivo. Este tipo de protección se ha utilizado a escala comercial para controlar algunas virosis. Por ejemplo, se han empleado con éxito cepas atenuadas de ZYMV para proteger cultivos de cucurbitáceas en Europa, Israel y Hawái (Lecoq y Katis, 2014) contra cepas virulentas de este virus. ■

BIBLIOGRAFÍA

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores que pueden solicitar en el correo electrónico: redaccion@eumed.es.



Insecticida para
el control biológico

- ✓ Respetuoso con la fauna auxiliar.
- ✓ Sin riesgos de resistencia.
- ✓ Más resistente a condiciones extremas de humedad y temperatura que otros hongos entomopatógenos.
- ✓ Mayor micosis.
- ✓ Plazo de seguridad de 4 h.



*Metarhizium
brunneum* Ma 43



Distribuido por:

Comercial Química Massó, S.A.

Viladomat, 321 5º - 08029 Barcelona (España) Tel: +34 93 495 25 00 - Fax: +34 93 495 25 02
masso@cqmasso.com - www.massoagro.com

Use los productos fitosanitarios de manera segura. Lea siempre la etiqueta y la información sobre el producto antes de usarlo.

Impacto de la biosolarización sobre la microbiota nativa de un suelo de invernadero

Se desea determinar si la comunidad fúngica y bacteriana del suelo es modificada con biosolarización

La implementación de técnicas agrícolas eficientes dirigidas a reducir los impactos que los sistemas productivos han generado en las últimas décadas se ha convertido en una prioridad en la agenda política internacional. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible reflejados en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, así como diversas políticas europeas, tales como la iniciativa De la Granja a la Mesa o el programa de la Misión Suelo de la UE, plantean la mejora de la salud de los suelos agrícolas como una medida de especial relevancia. Bajo esta premisa, la vida del suelo adquiere el valor que le corresponde y, con ello, los microorganismos edáficos adquieren a su vez un reconocimiento más universal (más allá del promulgado de manera empírica desde el ámbito científico durante décadas) por su participación en procesos fundamentales de los que va a depender la salud del suelo, e incluso la propia salud humana (Banerjee y van der Heijden, 2023).

Los sistemas de producción de hortalizas en invernadero afrontan la necesidad de una estrategia eficaz para la protección de los cultivos, que garantice la sostenibilidad y su rentabilidad en el tiempo. La biosolarización ha mostrado ser una alternativa eficiente a los fumigantes químicos para el control de diversos patógenos edáficos y la mejora de la fer-

Jose Ignacio Marín Guirao y Miguel de Cara.

IFAPA Centro La Mojonera, Almería

En este artículo se resumen los resultados de un trabajo cuyo objetivo es la evaluación del impacto de la biosolarización con estiércol fresco de oveja sobre distintas fracciones de la microbiota cultivable nativa del suelo de un invernadero (hongos totales, hongos del género *Fusarium* y bacterias termófilas y totales), así como sobre la composición de las comunidades bacterianas del suelo mediante DNA metabarcoding.



tilidad de los suelos de invernadero, y se postula como una herramienta al alcance del productor para lograr una transición agroecológica de los cultivos protegidos (Giagnocavo *et al.*, 2022). Esta práctica, compatible con la producción ecológica al amparo del reglamento europeo, es aplicada en los meses más cálidos, y recurrida principalmente con la finalidad de desinfestar o “curar el suelo” antes de implantar el cultivo, favoreciendo a su vez la descomposición de la materia orgánica incorporada, y evitando así posibles problemas de fitotoxicidad en el trasplante.

Se trata de una práctica creciente en los invernaderos del sureste español, que en la campaña 2019/2020 fue llevada a cabo por el 4,8% de los productores (García *et al.*, en prensa). Al respecto, la incorporación de enmiendas y la desinfestación de suelos agrícolas tienen, presumiblemente, un mayor impacto sobre las comunidades microbianas del suelo.

Conocer el impacto de esta práctica sobre las comunidades microbianas nativas del suelo es de gran utilidad para productores y técnicos asesores interesados en maximizar los beneficios agronómicos asociados al mantenimiento de un adecuado contenido microbiano en el suelo. Para el estudio de las comunidades de hongos y bacterias, las técnicas moleculares suponen un gran avance, tal es el caso del DNA metabarcoding.

Se trata de una técnica que permite la identificación de organismos vivos (activos o no) y muertos presentes en la muestra. Mediante la técnica de cultivo en placa de Petri, quizás menos usada en la actualidad por ser laboriosa y requerir de una cualificación específica por parte del analista para la identificación taxonómica y/o bioquímica de los microorganismos, todos los hongos y bacterias cultivables identificados son considerados activos o



Foto 1. Levantamiento del plástico tras el tratamiento de biosolarización y detalles de colonias de microorganismos desarrolladas en la capa más superficial del suelo en el momento del levantamiento.

potencialmente activos. Sin embargo, tan solo entre el 1% y el 5% de los microorganismos del suelo han sido cultivados con las metodologías actuales, lo que subestima la diversidad microbiana del suelo. Por lo anteriormente expuesto, en nuestro estudio empleamos ambos métodos para estudiar el microbioma del suelo.

Estudio experimental

El presente estudio se llevó a cabo durante dos campañas consecutivas (campañas 2019/2020 y 2020/2021) en un invernadero experimental del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) localizado en el Centro de la Mojonera (Invernadero A5: *Al-Hawad*) (36° 48' N, 2° 41' W; altitud 142 m). Se trata de un invernadero tipo raspa y amagado, con suelo sin arenado, certificado para la producción ecológica desde el año 2006.

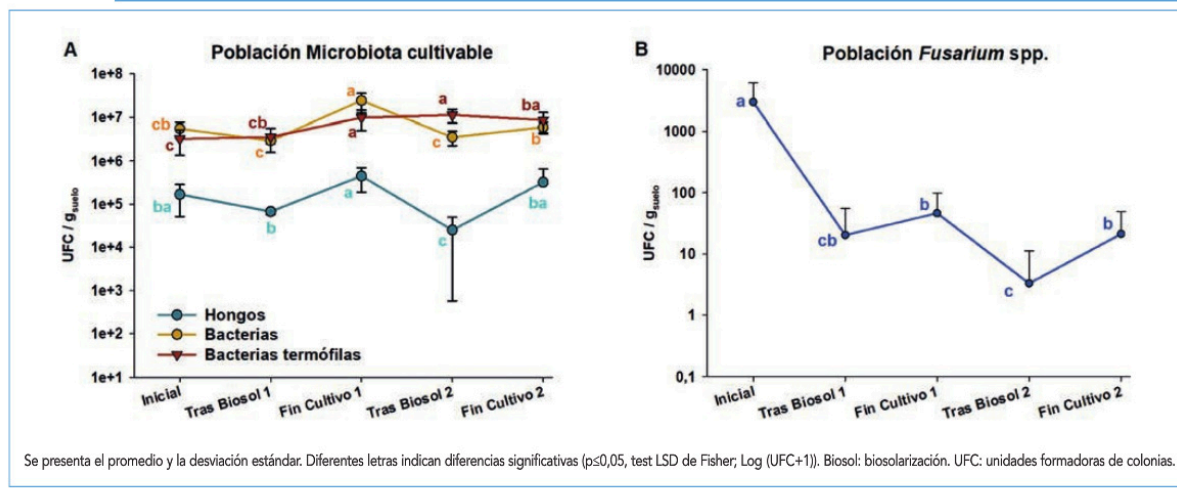
Tratamientos de biosolarización

En los veranos de 2019 y 2020 se realizaron tratamientos de biosolarización incorporando al suelo estiércol de oveja con cama de paja a razón de 4 kg/m² y seguidamente se cubrió el suelo con un plástico transparente de 120 galgas, de baja permeabilidad a los gases (Desinfestación DS, Sotrafa, España) y se aplicó riego hasta saturación a 20 cm de profundidad, sin llegar a saturar a 45 cm de profundidad. El plástico se mantuvo desde el 25 de julio hasta el 16 de septiembre (53 días) en el primer año, y desde el 15 de julio hasta el 10 de septiembre (57 días) en el segundo (foto 1). En el segundo año, se midió la temperatura del suelo a 20 cm de profundidad (termistores modelo WAM-200TS-15) en doce parcelas distribuidas uniformemente dentro del invernadero. La temperatura máxima, mínima y promedio durante la biosolarización a una profundidad de 20 cm fueron 44,8 ± 0,9, 31,8 ± 0,6 y 39,3 ± 0,3°C.

Cultivo de tomate durante las dos campañas

En las dos campañas, tras los tratamientos de biosolarización se estableció un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo “valenciano” injertado sobre portainjerto Armstrong (Syngenta, Suiza) (foto 2). El trasplante se llevó a cabo el 16 de septiembre de 2019 y el 25 de septiembre de 2020. En ambos años se realizaron 14 cosechas, siendo la última el 25 de marzo de 2020 (191 Días Después del Trasplante, DDT) en la primera campaña, y el 13 de abril de 2021 (200 DDT) en la segunda. Las plantas se condujeron con entutorado vertical y se emplearon abejorros (*Bombus terrestris* L.) para la polinización de las flores. La gestión de los cultivos y el control de plagas se llevaron a cabo mediante la aplicación del Reglamento (UE) 2018/848.

FIG. 1 Microbiota cultivable nativa del suelo del invernadero a lo largo del estudio. Población de hongos totales, bacterias totales y bacterias termófilas (A) y hongos del género *Fusarium* (B).



Muestreos de suelo

Se realizaron muestreos de suelo en cinco momentos: i) al inicio (antes de la primera biosolarización); ii) después de la 1ª biosolarización; iii) al finalizar el primer cultivo de tomate (antes de la 2ª biosolarización); iv) después de la 2ª biosolarización; y v) al finalizar el segundo cultivo de tomate.

En los dos primeros muestreos se tomaron muestras en tres parcelas representativas del invernadero. En los otros tres muestreos, las muestras de suelo se tomaron en doce parcelas distribuidas uniformemente dentro del invernadero. Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 0-30 cm, y cada muestra estuvo compuesta por tres submuestras que se mezclaron para su correcta homogeneización.

Fracciones microbiológicas evaluadas y métodos analíticos

Se evaluaron las siguientes fracciones microbiológicas:

1) Hongos y bacterias cultivables. Las evaluaciones de hongos totales, bacterias termófilas y bacterias totales se realizaron mediante el método de las diluciones su-



Foto 2. Plantas de tomate tipo valenciano en el invernadero, desarrolladas a continuación de la segunda biosolarización con estiércol de oveja (Campaña 2020/2021).

cesivas, que consiste en realizar diluciones decimales de la muestra de suelo en agua destilada estéril. Previamente, las muestras se habían secado, triturado y tamizado (200 µm de luz) (Tello *et al.* 1991). El medio de cultivo utilizado para hongos totales fue Potato-Dextrose-Agar (Biolife, Milan, Italia), y para bacterias totales Nutrient-Agar (Oxoid, Basingtoke, Reino Unido). En el caso de las bacterias termófilas, las muestras de suelo se sometieron previamente a un tratamiento térmico a 70°C durante 1 hora, utilizando un medio semiselectivo para actinobacterias (Crawford *et al.*, 1993).

En estos casos, se analizaron cinco repeticiones (placas de Petri de 9 cm de diámetro) de cada muestra de suelo en las diluciones de 10⁻³ y 10⁻⁴ para los hongos, y 10⁻⁵ y 10⁻⁶ para las bacterias. Las placas de Petri se incubaron a 25°C durante 7 días. Posteriormente, se cuantificaron las unidades formadoras de colonias (UFC) totales de hongos, bacterias y bacterias termófilas. Tan solo se realizó identificación a nivel de géneros fúngicos (Ellis, 1971; Barnett y Hunter, 1972).

Los hongos pertenecientes al género *Fusarium* se evaluaron mediante la técni-

ca de Warcup empleando medio semiselectivo de Komada (1975) modificado por Tello *et al.* (1991), y siguiendo el protocolo descrito por los últimos autores. En este caso se procedió al conteo de las UFC que fueron identificadas morfológicamente a escala de especie de acuerdo con Nelson *et al.* (1983) y Leslie & Summerell (2006).

2) Bacterias mediante DNA metabarcoding. Estas evaluaciones fueron encargadas a un laboratorio externo (AllGenetics & Biology, La Coruña), y se realizaron con las muestras de los muestreos iii) al finalizar el primer cultivo de tomate (antes de la 2ª biosolarización) y iv) después de la 2ª biosolarización. El ADN de la muestra de suelo fue aislado utilizando el kit DNeasy Power-Soil DNA isolation. La región 16S (de aproximadamente 460 pb) se amplificó utilizando los primers Bakt_341F (5' CCT ACG GGN GGC WGC AG 3') y Bakt_805R (5' GAC TAC HVG GGT ATC TAA TCC 3') (Herlemann *et al.* 2011). La asignación taxonómica se realizó utilizando la base de datos de referencia Silva (Quast *et al.*, 2013) (actualizada en agosto de 2020).

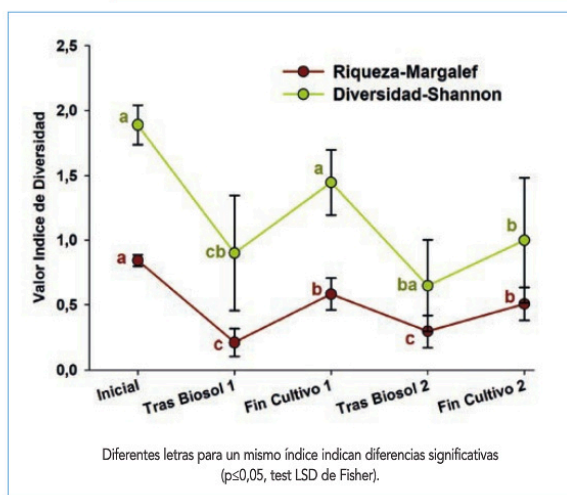
Variables descriptivas de la comunidad fúngica y bacteriana

Para la descripción de la estructura de la comunidad fúngica (hongos cultivables) y bacteriana (identificada mediante DNA Metabarcoding) se seleccionaron dos índices clásicos de diversidad: riqueza de géneros de Margalef (d) y el índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H' , base $\log_e$).

Resultados del estudio

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de este estudio en lo que

FIG. 2 Diversidad de los hongos cultivables nativos del suelo del invernadero a lo largo del estudio.



se refiere al impacto de la biosolarización sobre la microbiota cultivable y sobre las bacterias del suelo.

Impacto de la biosolarización sobre la microbiota cultivable

Los tratamientos de biosolarización no provocaron cambios evidentes y significativos en las poblaciones de bacterias cultivables a lo largo del estudio, tan solo se detectó un incremento significativo a la finalización del primer ciclo de cultivo. A continuación, y tras el segundo tratamiento de biosolarización, las poblaciones alcanzaron de nuevo niveles similares a los del inicio y la finalización del estudio (figura 1A). Los resultados obtenidos sí reflejan un incremento de la población de bacterias termófilas a lo largo del estudio, llegando a alcanzar una mayor población a la finalización del estudio (final de cultivo 2) con respecto a la población inicial, antes de llevar a cabo ninguno de los dos tratamientos de biosolarización. Debe considerarse que, en todos los momentos de muestreo, las poblaciones de estas bacterias estuvieron siempre en el mismo

orden de magnitud, entre 10^6 y 10^7 UFC/g.

Los tratamientos de biosolarización sí redujeron la población de hongos cultivables, esencialmente en el segundo año (verano 2020) (figura 1A). En cualquier caso, las poblaciones se incrementaron al finalizar el cultivo de tomate, alcanzando en ambos años niveles que no difieren de los iniciales (antes de los tratamientos). Sin embargo, la diversidad de géneros fúngicos sí que se redujo tras los tratamientos, y aunque también se mostró una tendencia a incrementarse a la finalización del cultivo de tomate en los dos años de estudio, los dos

índices de diversidad evaluados (Margalef y Shannon) presentaron a la finalización del estudio valores inferiores a los del inicio (figura 2). El primer tratamiento de biosolarización redujo de manera significativa la población de hongos del género *Fusarium*, que tras el tratamiento, y en los restantes muestreos, alcanzó valores cercanos al "cero analítico" (figura 1B).

Al igual que en el presente estudio, los tratamientos de biosolarización de un suelo arenado de invernadero empleando pellets deshidratados de harina de semilla de *Brassica carinata* (Biofence, Triumph Italia of Cerealtoscana Group, Livorno, Italia) o restos de *Brassica oleacea* var. *italica* deshidratados también redujeron significativamente las densidades y diversidad fúngicas de la capa superficial del suelo. Posteriormente, la presencia de hongos en el suelo aumentó con el primer cultivo de tomate, y aún más a la finalización del cultivo de sandía consecutivo. Sin embargo, los valores de micodiversidad tampoco se restablecieron del todo (Marín-Guirao *et al.*, 2019). Del mismo modo, en suelos no arenados de invernaderos de la pro-

FIG. 3 Abundancia relativa (%) de los filos de bacterias dominantes y de tres géneros de bacterias de interés agronómico (secuenciación del ARN 16S) antes (Fin Cultivo 1) y después de la biosolarización llevada a cabo en el verano de 2020.

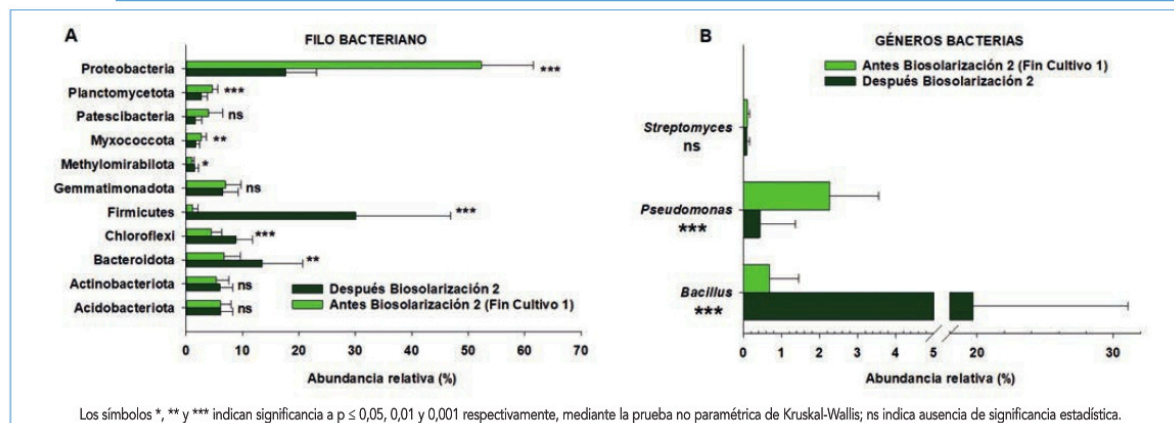
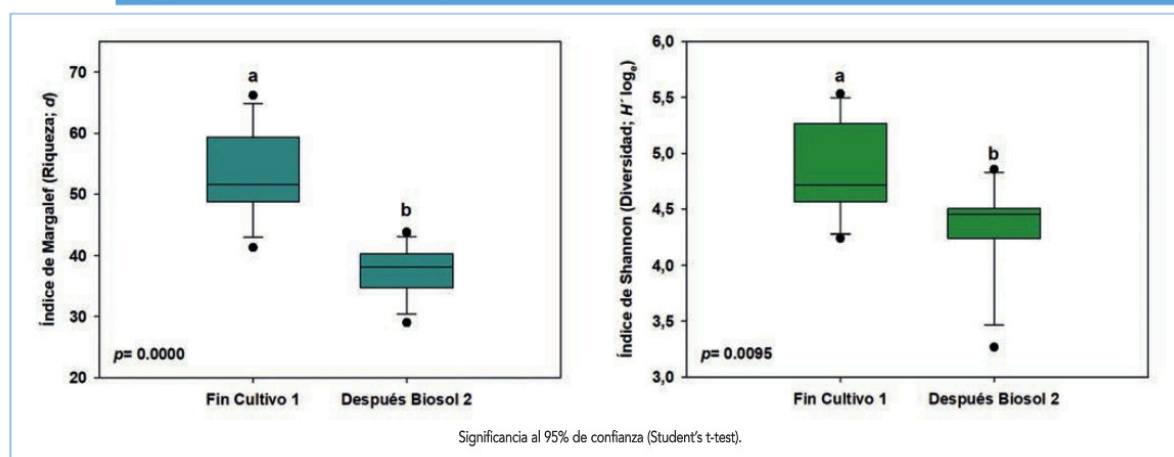


FIG. 4 Índices de diversidad de la comunidad bacteriana del suelo (DNA Metabarcoding) antes (Fin Cultivo 1) y después de la biosolarización (Después Biosol) llevada a cabo en el verano de 2020.



vincia de Almería, la densidad y la diversidad de hongos, incluidos los del género *Fusarium*, también disminuyeron significativamente al realizar la biosolarización con restos vegetales frescos del cultivo de tomate o de pimiento (Castillo-Díaz *et al.*, 2021; Marín-Guirao *et al.*, 2024a; 2024b). La época del año en la que se llevan a cabo los tratamientos es determinante, ya que, al emplear los restos vegetales de pimiento, los descensos de población tan

solo se observaron cuando la biosolarización se realizó con temperaturas más altas durante los meses más cálidos de mayo a agosto, pero no cuando los mismos tratamientos se llevaron a cabo entre los meses de marzo y mayo. En todos los casos mencionados, al finalizar los cultivos consecutivos a los tratamientos, la población de hongos tendió a alcanzar o incluso superar los niveles iniciales, especialmente cuando se usaron mayores cantidades de

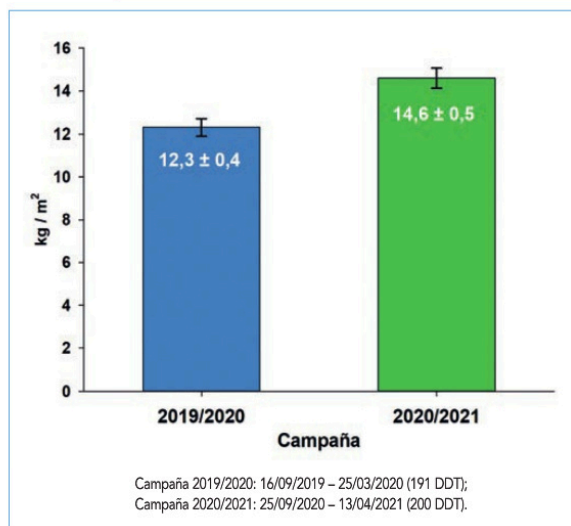
materia orgánica. Estos estudios también concluyen que los tratamientos de biosolarización mejoran la calidad y la fertilidad del suelo. Además, y en consonancia con los resultados presentados en el presente estudio, la biosolarización ha mostrado ser una práctica eficiente para el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (agente causal de la fusariosis del pepino), incluso al emplear el material vegetal infectado como enmienda biofu-

migante (Marín-Guirao *et al.*, 2015; de Cara-García y Marín-Guirao, 2024)

Impacto de la biosolarización sobre las bacterias del suelo

Después de la biosolarización, la abundancia relativa de los filos Proteobacteria, Planctomycetota y Myxococcota fue menor que a la finalización del primer cultivo de tomate (antes de la biosolarización), mientras que Firmicutes, Chloroflexi, Bacteroidota, y Methyloirabitolota fueron mayores. Otros filos como Actinobacteriota, Acidobacteriota, Gemmatimonadota y Patescibacteria no mostraron diferencias (figura 3A). En cualquier caso, Proteobacteria es el filo más prevalente antes de llevar a cabo la biosolarización, mientras que después es únicamente superado por Firmicutes. Estos dos filos, junto con Actinobacteriota, están consistentemente asociados con el fenómeno de supresividad del suelo frente a enfermedades de origen edáfico (Raaijmakers *et al.*, 2009; Mendes *et al.*, 2011). Se trata de un fenómeno ligado a la salud y la vida del suelo, y es referida a suelos agrícolas en los que la progresión de las enfermedades es mínima o incluso nula, aún en presencia de los patógenos edáficos, de plantas susceptibles a los patógenos y de las condiciones que normalmente favorecen la expresión de la enfermedad (Baker y Cook, 1974). En nuestro estudio, la abundancia relativa de Firmicutes fue mayor después de los tratamientos en comparación con el final de cultivo, lo contrario a Proteobacteria, que mostró niveles consistentemente más altos al final del cultivo. Así, observamos como *Bacillus* (filo Firmicutes) incrementó su abundancia relativa de forma especialmente significativa tras la biosolarización,

FIG. 5 Producción total de tomate tipo valenciano tras los tratamientos de biosolarización realizados.



mientras que *Pseudomonas* (filo Proteobacteria) redujo su abundancia relativa tras el tratamiento (figura 3B). El género *Streptomyces*, por el contrario, no modificó su abundancia relativa.

Entre la microbiota nativa del suelo, los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Streptomyces* incluyen especies y cepas con propiedades antagonistas y, han sido propuestos, entre otros géneros, como actores clave en la capacidad supresiva del suelo (Hoitink *et al.*, 1997; 1999). De acuerdo con los resultados del presente estudio, ninguno de estos géneros de bacterias fue eliminado con los tratamientos de biosolarización. Mientras la presencia de bacterias del género *Bacillus* parece verse favorecida por la biosolarización, quizás por su mayor aptitud como bacterias termófilas (Edwards *et al.*, 1965; Pérez-Piqueres *et al.*, 2017), las bacterias del género *Pseudomonas* permanecen en el suelo tras la biosolarización, alcanzando mayores poblaciones al finalizar el cultivo. Ambos géneros de bacterias son microorganismos activos implicados en el ciclo del nitrógeno (principalmente en procesos de

desnitrificación) (Fuka *et al.*, 2007), y la incorporación de una enmienda orgánica rica en nitrógeno, como es el estiércol fresco de oveja usado en los tratamientos, podría estar favoreciendo su presencia en el suelo estudiado. Al igual que ocurriera con la microbiota fúngica cultivable, la diversidad alfa (índices de Margalef y Shannon) de las bacterias nativas del suelo fue menor después de los tratamientos (figura 4).

En cualquier caso, los impactos de la biosolarización con estiércol de oveja sobre la microbiota nativa del suelo de invernadero presentados en este estudio, no afectaron

de manera negativa a la producción total de tomate de los cultivos desarrollados a continuación de los tratamientos, ya que, en ambas campañas, la producción alcanzada (comprendida entre 12,3 y 14,6 kg·m⁻²), estuvo dentro del rango de rendimientos habituales para este tipo de tomate en producción orgánica (figura 5). Debe considerarse que las diferencias de producción entre los dos años de estudio (con valores más altos en el segundo año, campaña 2020/2021) pudieron deberse principalmente a que el ciclo de cultivo fue más largo en el segundo año, o incluso a que las condiciones ambientales pudieron ser más favorables para el cultivo. Sin embargo, no podemos descartar que la reiteración de la biosolarización pudo tener alguna influencia en los resultados. Además, es importante que el lector tenga en cuenta que los cultivos estuvieron libres de patógenos edáficos durante las dos campañas. ■

BIBLIOGRAFÍA

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores que pueden solicitar en el correo electrónico: redaccion@eumedia.es.

Comportamiento de variedades tradicionales de tomate cultivadas con bajos insumos

Se trata de conocer su potencial productivo con baja dotación de agua y fertilizantes

La diversidad genética de tomate presente en el mercado actual se centra en variedades con rasgos de alto rendimiento, longevidad y calidad visual. Sin embargo, nuestro país cuenta con una gran cantidad de variedades tradicionales de tomate que, a pesar de presentar una alta variación morfológica del fruto y posibles imperfecciones externas, son reconocidas y apreciadas por su excepcional calidad organoléptica.

El proceso de selección que han sufrido estas variedades durante generaciones está basado en su capacidad de adaptación a condiciones ambientales locales, principalmente en el contexto de sistemas de cultivo tradicionales de bajos insumos. Por ello, se espera que estas variedades exhiban un rendimiento satisfactorio incluso en condiciones limitantes, como las provocadas por la reducción de nutrientes o riego, en comparación con los cultivares modernos¹.

Este aspecto es especialmente relevante en el contexto actual del levante español, donde la escasez de agua pone en riesgo el desarrollo de los cultivos, y la vulnerabilidad de los agroecosistemas requiere una reducción drástica de los aportes de nutrientes al suelo². Por su carácter

Alicia Sánchez-Sánchez, Virginia Hernández, Pilar Hellín, Elena Sánchez, Elia Molina, Nuria López, José Fenoll y Pilar Flores.

IMIDA, Murcia.

El objetivo de este ensayo es conocer el potencial de variedades tradicionales de tomate para desarrollarse bajo condiciones de bajos insumos (riego y fertilización). Las variedades se seleccionaron en trabajos anteriores por sus características agronómicas y de calidad destacadas, entre las más utilizadas y apreciadas tradicionalmente en el sureste de España.



FIG. 1 Imagen de los cultivares Flor de Baladre de Espinardo (A), Pera Pinatar (B), Muchamiel (C), H1 (D), H2 (E) Mongo (F) y Negro de Nerpio (G).



CUADRO I
CULTIVAR, TIPO DE TOMATE, COLOR Y TAMAÑO DE FRUTO Y VALORES DE RENDIMIENTO EN CONDICIONES CONTROL (100F +100R).

Cultivar	Tipo	Color	Tamaño ^a	Rto.	SST	Acidez
Flor de Baladre de Espinardo (FB)	Flor de Baladre	Rosa	XL	7,2b	5,9bc	4,3b
Pera Pinatar	Pera	Rojo	M	4,9a	6,6d	3,7a
Muchamiel	Muchamiel	Rosa	L	7,5bc	6,2cd	5,2c
Negro de Nerpio (NN)	Moruno	Rojo-Negro	L	3,9a	5,8bc	4,6b
H1	FB x N	Rojo	XL	8,1bc	4,6a	3,6a
H2	Rosa x NN	Rojo	L	9,0c	5,6b	4,6b
Mongo	Marmande	Rojo	L	7,4bc	5,1a	3,6a
				***	***	***

Rto. (kg planta⁻¹), sólidos solubles totales (SST, °Brix) y acidez (g l⁻¹). ^aTamaño de acuerdo con: M (75-150 g), L (150-300 g) y XL (>300 g).
*** diferencias significativas (0,1 % probabilidad). Letras diferentes en una columna indican diferencias según la prueba de Duncan (5% probabilidad).

marcadamente local, estas variedades tienen un riesgo de desaparición elevado, y su conservación *in situ* y valorización pasa por potenciar su cultivo en sus zonas de origen³.

Materiales y métodos

Las variedades, procedentes del banco de germoplasma del Imida (Bagerim), fueron: Flor de Baladre de Espinardo (buen comportamiento agronómico y sabor destacado), Pera Pinatar (buen comportamiento agronómico), Muchamiel (buen comportamiento agronómico y variabilidad en

las accesiones) y Negro de Nerpio (alto contenido en licopeno y sabor destacado). Además, se incluyeron dos nuevos materiales (híbridos F1) obtenidos a partir de ellas (H1 y H2) (**cuadro I, figura 1**). Como control, se utilizó la variedad Mongo (Ramiro Arnedo), elegida por su buen comportamiento agronómico en ciclos de primavera-verano en clima mediterráneo. El ensayo se realizó bajo invernadero, en la finca experimental “Torreblanca” del Imida (Torre Pacheco, Murcia). Los tratamientos consistieron en la combinación de dos dosis de fertilización (F), 100% y 50%, con dos dosis de riego (R), 100% y 75%,

resultando un total de cuatro tratamientos (100F+100R, 100F+75R, 50F+100R, 50F+75R). El 100% de fertilización consistió en aportes de 175 N, 180 P₂O₅, 276 K₂O, 125 Ca y 30 Mg (kg ha⁻¹). El 100% riego (R) consistió en 0,24 m³ m⁻². Además de parámetros de rendimiento (producción total, peso medio y número de frutos) y de calidad (contenido en sólidos solubles totales y acidez), se realizó un análisis sensorial por un panel entrenado de diez personas evaluando los parámetros de dulzor, acidez y posgusto a partir de porciones cortadas de frutos de cada variedad y puntuándose mediante una escala numérica 0-10⁴.

Resultados

Bajo condiciones control (100F+100R), las variedades tradicionales Flor de Baladre y Muchamiel presentaron valores de producción total similares a Mongo (**cuadro I**). Sin embargo, en las variedades Pera Pinatar y Negro de Nerpio, se obtuvieron valores inferiores al de la variedad comercial. El rendimiento de los híbridos H1 y H2, cuyo parental común es Negro de Nerpio, fue significativamente mayor al de la variedad tradicional de procedencia y similar al alcanzado por la variedad comercial, poniendo de manifiesto el vigor híbrido esperado y posicionándose como prometedoras variedades desde un punto de vista comercial.

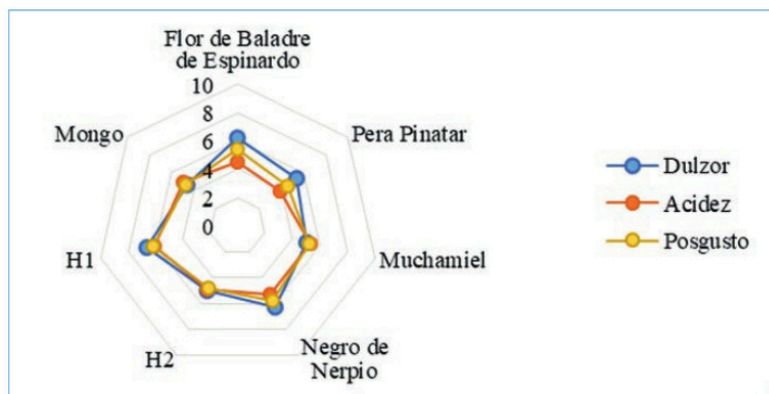
Respecto a la calidad organoléptica, la evaluación comercial habitualmente se basa en la medición de la concentración de sólidos solubles totales (STT) y la acidez. En general, los consumidores prefieren frutos con perfiles de sabor dulce y ácido⁵. Bajo condiciones control, todas las variedades mostraron valores de SST superiores al de la variedad comercial, excepto H1 que presentó valores similares al control (**cuadro I**). Basándonos en los resultados del análisis sensorial, todas las variedades tradicionales y el híbrido H1

ESPECIAL HORTÍCOLAS

alcanzaron valores de dulzor y posgusto superiores al control (**figura 2**). Además, la variedad Muchamiel y el híbrido H1 destacaron por su acidez. Cabe destacar que la percepción del sabor es un parámetro complejo en el que interviene no sólo la concentración de SST y acidez, sino también la proporción de azúcares solubles (glucosa y fructosa), textura y compuestos volátiles.

La respuesta de las variedades a la reducción de la dosis de fertilización y riego dependió del cultivar estudiado (**figura 3**). La producción total de las variedades Mongo, Pera Pinatar y Muchamiel no se vieron afectadas por la disminución de la dosis de fertilización o riego (**figura 3A**). Sin embargo, a pesar de no detectarse diferencias en la producción total, en Mongo, la reducción de la dosis de riego resultó en una disminución del peso medio y un aumento del número de frutos. En la variedad tradicional Muchamiel, también se observó una disminución del peso del fruto al disminuir la dosis de riego pero, en este caso, solo en el tratamiento en el que se mantuvo la fertilización del 100% (**figuras 3B y 3C**). Esta disminución del tamaño del fruto podría atribuirse al aumento de la salinidad en el medio de cultivo, como resultado de disminuir el volumen de riego, manteniendo la misma dosis de fertilizantes (disolución nutritiva más concentrada). En la variedad Negro de Nerpio, la reducción de la fertilización manteniendo la dosis de riego (disolución nutritiva más diluida) provocó una disminución del rendimiento y del número de frutos respecto al control. Por el contrario, en Flor de Baladre, la reducción del riego manteniendo la dosis de fertilizantes (disolución nutritiva más concentrada), provocó una pérdida de producción total como consecuencia de la obtención de frutos más pequeños. Estos resultados sugieren un mayor requerimiento de nutrientes en el caso de

FIG. 2 Análisis sensorial (dulzor, acidez y posgusto) de las variedades tradicionales, los híbridos experimentales y el control comercial Mongo.



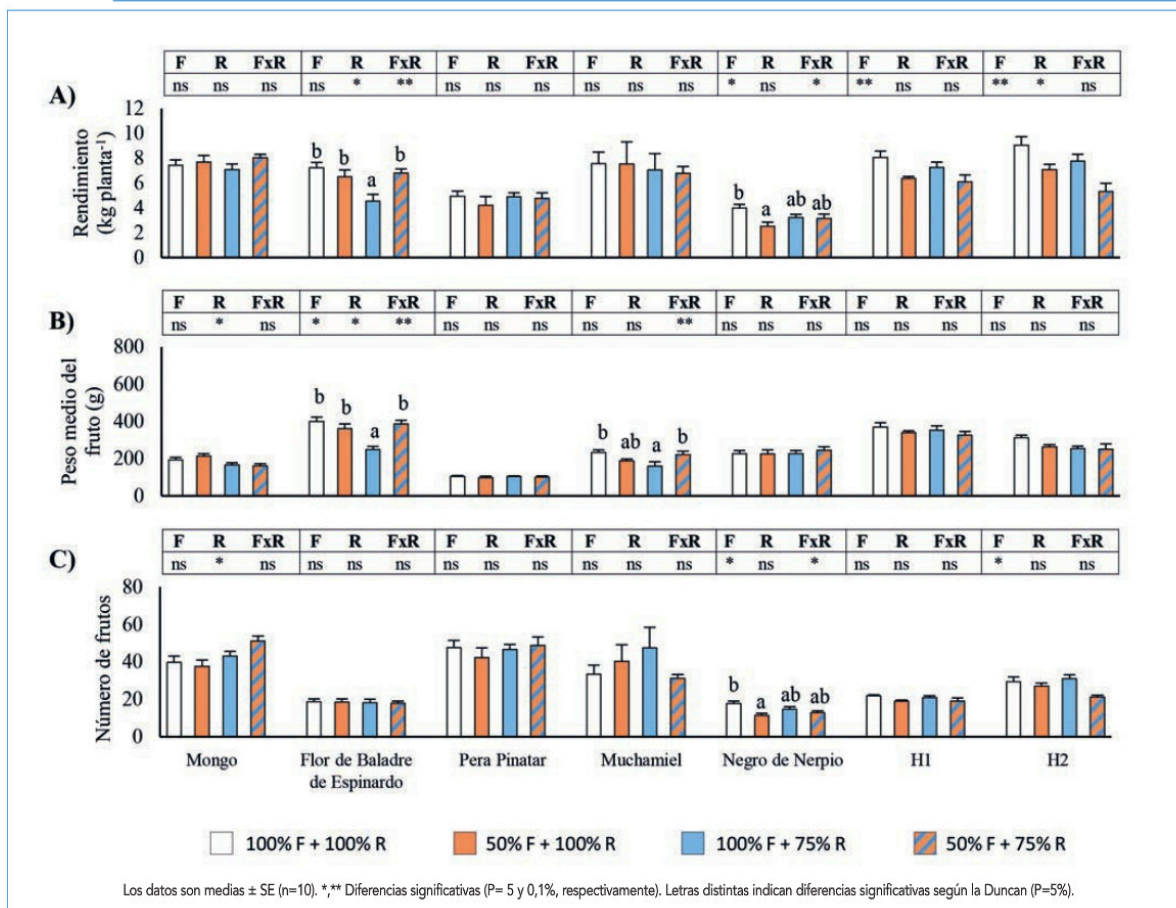
Negro de Nerpio y una menor tolerancia a la salinidad en el caso de Flor de Baladre. Finalmente, la reducción de la dosis de fertilización en los híbridos H1 y H2 provocó una disminución de la producción total, independientemente de la dosis de riego.

El efecto de los tratamientos sobre la concentración SST y acidez también dependió de la variedad estudiada (**figura**



4). Pera Pinatar fue la única variedad en la que los tratamientos no modificaron la concentración de SST y acidez en fruto. En general, para el resto de las variedades tradicionales e híbridos (comercial y experimentales), la reducción de la dosis de riego provocó un aumento de la concentración de SST, aunque con ciertas particularidades. En Flor de Baladre, este aumento de SST solo se observó en el caso de que la reducción de riego no estuviese acompañada de una reducción de la dosis de fertilizantes. Por el contrario, en Muchamiel, el aumento de SST como consecuencia de la reducción del riego solo se apreció cuando se redujo paralelamente la dosis de fertilizantes y por lo tanto se evitó aumentar la salinidad de la disolución de riego. Esta variedad fue la única en la que el aumento de SST no estuvo asociado a cambios significativos en ninguno de los parámetros de rendimiento (producción total, peso medio y número de frutos). Por último, en Negro de Nerpio, el aumento de SST se correlacionó con la pérdida de producción observada en el tratamiento con la disolución nutritiva más diluida (50F+100R). El aumento

FIG. 3 Efecto de la fertilización (F) (100% vs 50%) y el riego (R) (100% vs 75%) sobre A) el rendimiento, B) peso medio del fruto y C) número de frutos.



de la concentración de metabolitos, tales como azúcares y ácidos orgánicos, como resultado de la reducción de riego y/o fertilización, pueden atribuirse a la respuesta de la planta al estrés hídrico y nutricional⁵. En particular, el aumento de la concentración de solutos en el fruto de tomate, como consecuencia de una reducción de la dosis de riego, ha sido atribuido a un aumento de la síntesis de azúcares y ácidos implicados en el ajuste osmótico^{7,8}. Por otro lado, la pérdida de producción como consecuencia del estrés hídrico o nutricional, provoca un aumento de la relación

fuelle/sumidero y como consecuencia, un aumento de la concentración de metabolitos en el fruto⁹.

Conclusión

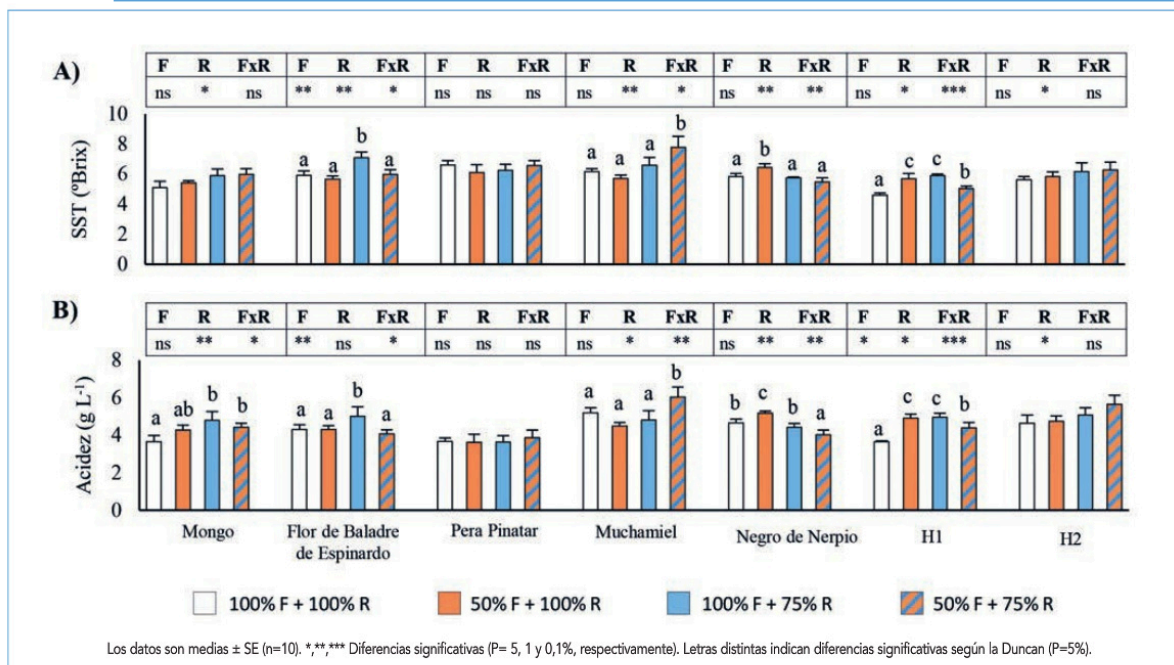
En conclusión, todas las variedades tradicionales y el híbrido H1 mostraron características organolépticas destacadas que las hacen atractivas para su comercialización en líneas de mercado enfocados a productos de alta calidad. El valor añadido que podría aportar cada una de las variedades en base a su productividad, calidad

y resiliencia a la reducción de insumos, se concretan en los siguientes aspectos:

- Flor de Baladre y Muchamiel resultaron ser variedades productivas con alto contenido en SST. Ambas presentaron gran tolerancia a la limitación de la dosis de riego si se combinaba con una reducción de la concentración de nutrientes.
- Pera de Pinatar fue menos productiva que el control, pero destacó tanto por su alto contenido en SST como por su resiliencia ante la reducción de las dosis de riego y fertilizantes.

ESPECIAL HORTÍCOLAS

FIG. 4 Efecto de la fertilización (100% vs 50%) y el riego (100% vs 75%) sobre A) sólidos solubles totales (SST) y B) acidez.



– Negro de Nerpio también fue menos productiva que el control, aunque destacó por sus características organolépticas en el análisis sensorial. Esta variedad toleró la disminución de la dosis de riego, pero no la reducción de la dosis de fertilización. Los híbridos procedentes de esta variedad, mostraron

alta productividad, similar al control. Su comportamiento ante la reducción de la fertilización y el riego fue similar al observado en su parental Negro de Nerpio. En la mayoría de los casos, el aumento del contenido de SST en fruto como consecuencia de determinados tratamientos, estuvo correlacionado con

una disminución de alguno de los parámetros productivos, excepto en el caso de Muchamiel bajo tratamiento reducido de fertilización y riego (50F+75R), en el que a pesar de conseguir un aumento de SST, no se apreciaron diferencias significativas en rendimiento respecto al control. ■

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de este trabajo al Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto PID2019-110221RR-C31 y contrato predoctoral PRE2020-093994), y el trabajo técnico de Inmaculada Garrido, Inmaculada Fernández, Carlos Colomer, Juana Cava, María Molina, Jose Gomariz y José Luis Lozano.

BIBLIOGRAFÍA

- Fita, A., Rodríguez-Burruero, A., Boscaiu, M., Prohens, J., & Vicente, O. (2015). Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: A new paradigm for increasing food production. *Front. Plant Sci.*, 6.
- Kim, Y. X., Kwon, M. C., Lee, S., Jung, E. S., Lee, C. H., & Sung, J. (2020). Effects of Nutrient and Water Supply During Fruit Development on Metabolite Composition

in Tomato Fruits (*Solanum lycopersicum* L.) Grown in Magnesium Excess Soils. *Front. Plant Sci.*, 11, 1-8.

- Figàs, M. R., Prohens, J., Raigón, M. D., Fita, A., García-Martínez, M. D., Casanova, C., Borràs, D., Plazas, M., Andújar, I. & Soler, S. (2015) Characterization of composition traits related to organoleptic and functional quality for the differentiation, selection and enhancement of local varieties of tomato from different cultivar groups. *Food Chem.* 187, 517-524.
- Carbonell, P., Cabrera, J.Á., Salinas, J.F., Alonso, A., Grau, A., Sánchez-Rodríguez, L., Parra, J., Bartual, J., Martí, R., Cebolla-Cornejo, J., Ruiz, J.J. & García-Martínez, S. (2022) Performance of New Muchamiel Tomato Lines with Virus Resistance Genes Grafted onto Two Commercial Rootstocks. *Agronomy*, 12, 119.
- Casals, J., Pascual, L., Cañizares, J., Cebolla-Cornejo, J., Casañas, F., & Nuez, F. (2011). The risks of success in quality vegetable markets: Possible genetic erosion in Marmande tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) and con-

sumer dissatisfaction. *Sci. Hortic.* 130(1), 78-84.

- Flores, P., Hernández, V., Hellín, P., Fenoll, J., Cava, J., Mestre, T. & Martínez, V. (2016). Metabolite profile of the tomato dwarf cultivar Micro-Tom and comparative response to saline and nutritional stresses with regard to a commercial cultivar. *J. Sci. Food Agric.* 96(5), 1562-1570.
- Quinet, M., Angosto, T., Yuste-Lisbona, F. J., Blanchard-Gros, R., Bigot, S., Martínez, J. P., & Lutts, S. (2019). Tomato Fruit Development and Metabolism. *Front. Plant Sci.* 10, 1-23.
- Albert, E., Segura, V., Gricourt, J., Bonnefoi, J., Derivot, L., & Causse, M. (2016). Association mapping reveals the genetic architecture of tomato response to water deficit: focus on major fruit quality traits. *J. Exp. Bot.* 67(22), 6413-6430.
- Hernández, V., Hellín, P., Fenoll, J., & Flores, P. (2020). Impact of nitrogen supply limitation on tomato fruit composition. *Sci. Hortic.* 264.

VIDA MAQ

SUPLEMENTO DE MECANIZACIÓN AGRARIA | NOVIEMBRE de 2024 | AÑO XXXI | 15/2024

www.vidarural.es

+ INSCRIPCIONES**EL REGISTRO
DE TRACTORES
SUBE UN 19,5%**
EN LOS DIEZ PRIMEROS
MESES DEL AÑO**+ AL VOLANTE****EVALUACIÓN DE UN PROTOTIPO
DE PULVERIZADOR
ELECTROSTÁTICO****PRUEBA DE CAMPO**

Smart Apply

*Verificación del sistema de John Deere
como medio de pulverización selectiva*

Nº558

Las inscripciones de tractores suben un 19,5% en los diez primeros meses de este año

Redacción. Vida MAQ

Durante los diez primeros meses de 2024 se registraron un total de 26.356 equipos agrícolas. Esta cifra supone un incremento del 1,8% respecto a datos del mismo periodo del 2023. Mientras las inscripciones del grupo de tractores han aumentado un 19,5% y las del grupo de maquinaria automotriz aumentaron un 2,3%, el número de registros de maquinaria remolcada o suspendida se redujo en un 7,4%, respectivamente.

Tras analizar los datos de registros correspondientes al mes de octubre, las inscripciones totales de equipos agrícolas en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA), gestionado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), se incrementaron en un 1,8% en comparación con el mismo periodo de 2023. Este aumento se debe principalmente al rendimiento del grupo de tractores, que arrastró al alza el número total de inscripciones, compensando el descenso experimentado por el grupo de maquinaria remolcada o suspendida, el más importante por número de registros. En este sentido, el grupo de tractores experimentó un aumento del 19,5% en el número



mero de inscripciones en comparación con el mismo periodo del año anterior, con un total de 8.291 equipos inscritos durante los primeros diez meses de 2024. Con misma tendencia positiva el grupo de maquinaria automotriz registró un aumento del 2,3%. Por otro lado, el grupo de maquinaria remolcada o suspendida registró una tendencia negativa, con un descenso del 7,4%. En total, se inscribieron 1.420 equipos de maquinaria automotriz y 13.976 equipos de maquinaria remolcada o suspendida

durante estos diez meses. El grupo de remolques mostró un importante aumento en sus inscripciones, con un total de 2.669 registros en lo que va de 2024, lo que representa un incremento del 8,1% en comparación con los primeros diez meses de 2023. (cuadro I).

En cuanto a la distribución geográfica de las inscripciones, durante los diez primeros meses de 2024, Andalucía encabezó la lista con 5.875 equipos registrados, seguida de Castilla y León y Castilla-La Mancha.

CUADRO I Comparativa de las inscripciones en el periodo enero-octubre de 2024 frente a datos de 2023.

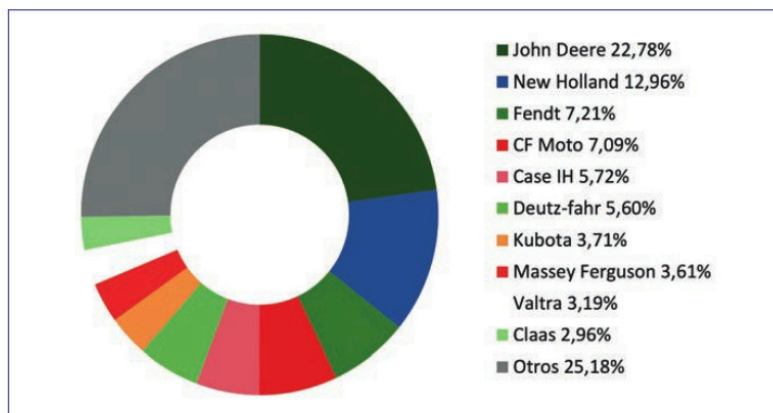
Tipo de máquina	2024	2023	Variación (%)
Tractores	8.291	6.936	19,54
Maquinaria automotriz	1.420	1.387	2,38
Maquinaria remolcada o suspendida	13.976	15.095	-7,41
Remolques	2.669	2.468	8,14
Total máquinas	26.356	25.886	1,82

Estas tres comunidades autónomas representaron el 50% del total nacional de máquinas registradas. Hasta el momento, octubre ha sido el mes con el mayor número de nuevos registros en el país, con un total de 3.315 máquinas inscritas.

Tractores

En relación con el grupo destacado que engloba las diferentes tipologías de tractores, se registraron un total de 8.340 tractores en el ROMA del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) durante los primeros diez meses de 2024. Esta cifra representa un aumento del 19,5% en comparación con el mismo período de 2023. En términos de distribución geográfica de los nuevos registros, Andalucía encabeza el ranking, seguida de Castilla y León y Castilla-La Mancha, con un total de 2.166 equipos inscritos durante los diez primeros meses de 2024. Estas tres regiones repre-

Figura 1 Distribución de las inscripciones de tractores por marcas en el periodo enero-octubre de 2024.



sentan más del 48,6% de los tractores registrados durante este período.

En cuanto a las marcas de tractores, durante los primeros diez meses de este año, John Deere ha sido la marca con mayor penetración en este grupo. Contando con

los datos de octubre, John Deere ha alcanzado una cuota de mercado del 22,7% con 1.900 tractores inscritos. Le sigue New Holland con una cuota del 12,9% y 1.081 tractores registrados. Fendt se sitúa en tercer lugar con 601 nuevos tractores inscritos, lo



Continental
The Future in Motion

TractorMaster.

Mayor duración y confort gracias a la tecnología de taco d.fine.

Impulsado por la pasión y la dedicación, el agricultor trabaja infatigablemente para conseguir la mejor cosecha. Del mismo modo, nuestros ingenieros se esfuerzan a diario en diseñar un neumático que responda a las necesidades del agricultor en cualquier circunstancia.

Nuestro neumático TractorMaster destaca sobre los estándares del mercado gracias a la incorporación de la tecnología N.flex, el innovador diseño del talón y la avanzada tecnología de taco d.fine. Neumáticos que ofrecen mayor duración y confort para agricultores incansables.

**Engineered
for Efficiency**



www.continental-neumaticos.es/b2b/agriculture/



INSCRIPCIONES

que representa un 7,2% de cuota de mercado (figura 1).

Maquinaria automotriz

Durante los primeros diez meses de 2024, se registraron un total de 1.420 unidades de máquinas automotrices, lo que representa un aumento del 2,3% en comparación con los datos de 2023. Los principales grupos de maquinaria automotriz experimentaron una disminución en sus inscripciones en relación con el año anterior. Las inscripciones de equipos de recolección aumentaron un 4,5%, mientras que las inscripciones de equipos de carga disminuyeron un 2%, las de motocultores y motomáquinas experimentaron un descenso del 25,8%, y el número de tractocarras inscritos disminuyó un 6,2%.

Equipos de recolección

Durante los diez primeros meses de 2024, se registraron un total de 171 cosechadoras. Castilla y León encabezó las inscripciones con 56 cosechadoras, lo que representa el 32,7% del total nacional. En cuanto a los fabricantes, Claas lidera en este segmento con 69 equipos inscritos, lo que supone una cuota de mercado del 40,3% (figura 2).

En cuanto a las picadoras de forraje, se inscribieron tan solo 18 unidades, liderando en esta categoría la marca Claas con 12 máquinas, un 66,6% del total de registros realizados. Galicia, con 8 equipos, fue el principal destino de las nuevas máquinas registradas.

Durante este periodo, se registraron 87 vendimiadoras y 20 vibradores. En el caso de las vendimiadoras, New Holland lidera el mercado con 56 máquinas (64,3% de cuota de mercado), y Castilla-La Mancha se convierte en el principal destino con 30 registros (figura 3).

Equipos de carga

El número de inscripciones de equipos de carga, el subgrupo de maquinaria automotriz más numeroso, durante los diez prime-

Figura 2 Distribución de las inscripciones de cosechadoras de cereal por marcas en el periodo enero-octubre de 2024.

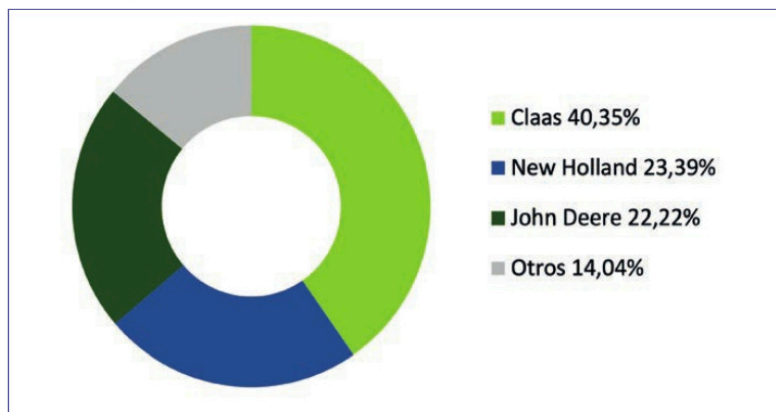


Figura 3 Distribución de las inscripciones de vendimiadoras por marcas en el periodo enero-octubre de 2024.

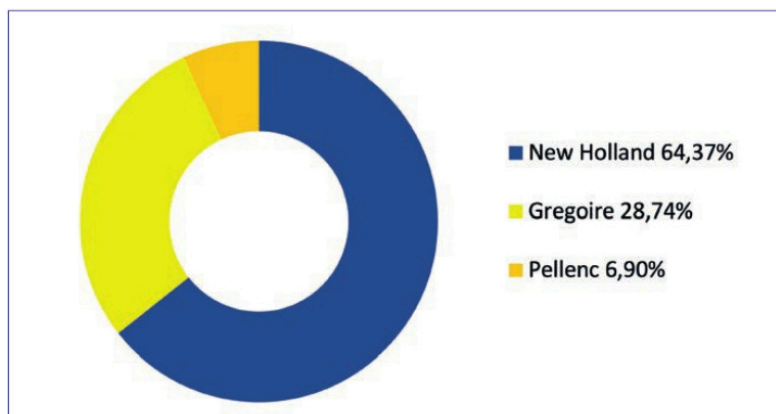
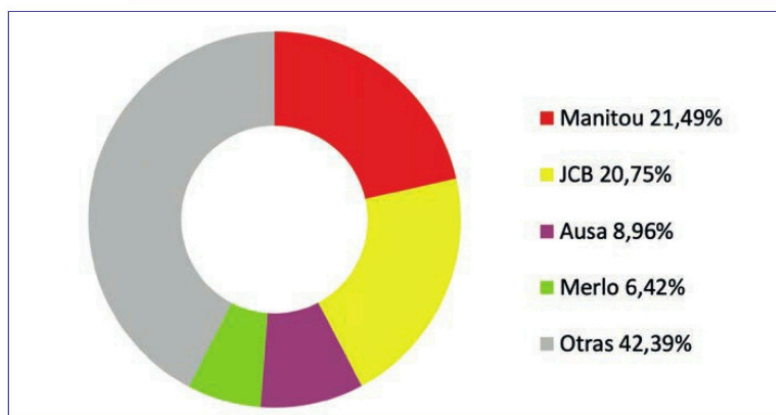


Figura 4 Distribución de las inscripciones de equipos de carga por marcas en el periodo enero-octubre de 2024



ros meses de 2024 se situó en 673 unidades. Esta cifra se traduce en un descenso del 2% respecto a los datos obtenidos en el mismo periodo de 2023. Andalucía, con 191 equipos inscritos (28,5%), es el principal destino de las máquinas registradas. La firma Manitou, con 144 equipos de carga inscritos y un 21,5% de cuota de mercado, lidera en este segmento (figura 4).

Tractocarros

Durante los diez primeros meses de 2024 se han inscrito 15 tractocarros. Esta cifra supone un descenso del 6,2% respecto a datos del año 2023. Roteco lidera en esta categoría con 11 equipos inscritos.

Motocultores y motomáquinas

Por último, la cifra de motocultores y motomáquinas oficialmente inscritos en el ROMA hasta el mes de octubre de 2024 se situó en las 66 unidades. Esta cifra supone un descenso del 25,8% respecto a datos

del 2023. Andalucía, con 32 máquinas inscritas (47,7%), fue el principal destino de estas nuevas inscripciones.

Maquinaria remolcada o suspendida

Las inscripciones de maquinaria remolcada o suspendida, el grupo de maquinaria más numeroso, han experimentado en lo que llevamos de 2024 un descenso de las inscripciones del 7,4% respecto a datos del mismo periodo de 2023. La cifra total de máquinas inscritas se situó en los 13.976 equipos.

Analizando en detalle este grupo de maquinaria, el número de inscripciones de equipos para preparación y trabajo del suelo se situó en 2.246, un descenso del 22,2%. El grupo de equipos para siembra y plantación experimentó una caída de casi el 2%, pasando de 1.205 inscripciones en los primeros diez meses de 2023 a 1.181 en

el mismo periodo de 2024. Las inscripciones de los equipos de recolección también descendieron y lo hicieron en un 4,5%, con 1.887 registros en estos diez meses. Las inscripciones de equipos para tratamientos aumentaron en un 2,8%, sumando 5.303 máquinas en los primeros diez meses de 2024. Con similar tendencia, las inscripciones de equipos para el aporte de fertilizantes y agua aumentaron un 3,6%, alcanzando 1.613 máquinas.

Remolques

El total de remolques contabilizados por el ROMA del MAPA durante los diez primeros meses de 2024 fue de 2.669 unidades. Esta cifra supone un aumento del 8,1% respecto a cifras del 2023. Por comunidades autónomas, Andalucía, con el 26,8% de los remolques inscritos (714 máquinas), registró el mayor número de este tipo de equipos. ■

LABOREO DEL RASTROJO UNA LUZ TOTALMENTE NUEVA CUANDO TRABAJA SIN ESFUERZOS LATERALES. RUBIN 10



El Rubin 10 es una excelente opción para cualquier laboreo de rastrojo superficial y grandes extensiones. Con su nueva disposición de discos simétrica, proporciona una mezcla intensa y homogénea de materia orgánica en el suelo, ¡incluso a altas velocidades de trabajo! Descubre muchos otros beneficios para ti:

- Ajustes de alto confort de las gradas de impacto y nivelación, para una incorporación y nivelación óptimas del suelo y materia orgánica
- Nuevo diseño de la rueda de transporte en implementos montados para permitir el uso de rodillos pesados y ofrecer un funcionamiento seguro en la carretera y en el campo
- Disposición simétrica del disco para una mayor economía de combustible y trabajo sin esfuerzos laterales
- Discos DuraMAXX más duros con un diámetro mayor para una mayor vida útil y tiempos de durabilidad más largos

lemken.com

LEMKEN
The Agrivision Company

PRUEBA DE CAMPO



Smart Apply de John Deere

Verificación de este sistema como medio de pulverización selectiva

Pilar Barreiro, Natalia Hernández Sánchez, Belén Diezma Iglesias, Carlos Bustos, Lourdes Lleó García, Jorge Muñoz, Pablo Guillén, Antonio Rabasco, Constantino Valero, Vicente Lillo.

LPF_Tagralia, ETSIAAB, UPM-CEI Moncloa.

En este artículo se presentan los resultados preliminares de la prueba de campo realizada para la validación del sistema de aplicación inteligente de fitosanitarios Smart Apply en viñedo. Esta prueba se ha llevado a cabo en la Finca El Socorro del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (Imidra).

El concepto *targeted-spraying*, si se realiza una traducción directa del término, es una aplicación en forma de pulverización empleando tiro al blanco (la traducción literal de *target* es *diana*), esto es, selectiva.

En términos coloquiales, tiro al blanco en el contexto de los tratamientos fitosanitarios mediante pulverización hidroneumática, implica el empleo de un sistema de detección de alta resolución espacial, como el LiDAR (*Light Detection and Ran-*

ging), encargado de establecer dónde se encuentran las dianas, es decir, que midiendo el tiempo que tarda en regresar un pulso de luz, calcula la distancia recorrida y, de esa forma, obtiene la información tridimensional de los elementos, generando la nube 3D de puntos de dianas a alcanzar.

El concepto *smart apply*, aplicación inteligente, supone la realización de la tarea en presencia de incertidumbre adecuándola a la variabilidad del entorno. Podemos encontrar antecedentes directos de hace más de 20 años.

La pulverización selectiva e inteligente es la base del Intelligent Spray Control System desarrollado por el USDA (Departamento de Agricultura de EE.UU) que ha derivado en un equipo en modo *stand alone* (sin combinación con ningún otro dispositivo electrónico). El sistema está

A LONG WAY TOGETHER



AGRIMAXFACTOR THE ONLY FACTOR THAT MATTERS

Sea cual sea su trabajo en el campo, AGRIMAXFACTOR, la nueva serie 70 de BKT para tractores, es perfecta tanto para el transporte como para el laboreo del suelo. El diseño innovador de la banda de rodadura y la robusta carcasa de poliéster garantizan una estabilidad lateral extraordinaria y una respuesta de dirección más rápida, incluso para operaciones a alta velocidad o servicio pesado. El área de contacto con el suelo, aumentada en un 5%, reduce significativamente la percepción de ruido en la cabina, lo que es sinónimo de mayor comodidad. Además, el logotipo exclusivo "E-READY" en la pared lateral destaca el compromiso de BKT con la movilidad eléctrica y hace que este producto sea adecuado para vehículos eléctricos. Excelente manejo y estabilidad, junto con una mayor durabilidad, son las características clave que hacen de AGRIMAXFACTOR el neumático adecuado para su seguridad y comodidad, incluso en condiciones de trabajo difíciles.



Descubre la gama radial de BKT



GROWING TOGETHER



[bkt-tires.com](https://www.bkt-tires.com)

PRUEBA DE CAMPO



Smart Apply está instalado de manera combinada en un atomizador Teyme Eolo GTE10 dotado de tecnología Isobus.

avaldado por pruebas de campo y publicaciones científicas del USDA, así como validaciones llevadas a cabo en los últimos diez años por reconocidas universidades estadounidenses (Ohio State University, Oregon State University, University of Tennessee).

La empresa Smart Apply fue seleccionada por John Deere para la comercialización de sus productos de pulverización inteligente, con la vocación de mejorar el sistema original; de hecho, esta empresa de base tecnológica ha sido adquirida/absorbida muy recientemente por Deere & Company.

Ahora bien, la implantación en Europa de un sistema de estas características implica un conocimiento profundo de la idiosincrasia de la agricultura europea, tanto en los países del norte como en las áreas mediterráneas; así como de los sistemas de producción basados en parcelas relativamente pequeñas en comparación con EE.UU y Australia.

Si hay un aspecto que caracteriza a la UE es su normativa ambiental, muy exigente, y una Política Agraria común (PAC-27) en constante renovación (ecorregímenes), y con la Ley de la Restauración de la Naturaleza (una nueva ley para restaurar

el 20 % del suelo y el mar de la UE) como horizonte más próximo para los sistemas productivos actuales.

En este contexto, el John Deere Para la Innovation Center para cultivos de alto valor (CIJD) ha financiado en el marco de la Cátedra Universidad Empresa (UPM-JD) un proyecto de corta duración (6 meses) encaminado a realizar una primera valoración de la adaptabilidad de esta tecnología de reconocido prestigio a las particulares condiciones de la UE.

En el LPF_Tagrallia, como reconocido grupo de investigación de la UPM, estamos llevando a cabo esta labor, y presentamos en esta prueba de campo los resultados preliminares de la validación del Smart Apply en viñedo, en la Finca El Socorro del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (Imidra).

Los ensayos que se refieren en este artículo se llevaron a cabo durante la primera semana de julio de 2024 y terminaron con la visita de diversos expertos europeos seleccionados por John Deere para mostrar el proceso de evaluación que se está llevando a cabo. El proyecto incluye la evaluación del sistema en cítricos y termina el 31 de diciembre de 2024.

Tractor John Deere 5ML Narrow

El tractor 5ML Narrow es el modelo empleado en estos ensayos de campo. Todos los detalles de este tractor, absolutamente nuevo en su diseño, ya se han comentado en una prueba de campo anterior, en el suplemento Vida Rural Maq 542 (Barreiro y colaboradores, 2023). Baste por tanto decir que el tractor JD 5ML (Narrow) es la unidad de tracción que John Deere propone como ejemplo perfecto para los cultivos de alto valor, a emplear en combinación con los atomizadores Teyme y el equipo Smart Apply.

El tractor 5ML está disponible en su configuración estándar o estrecho (Narrow) según se desee emplearlo en plantaciones frutales como manzanos, cítricos, frutos secos, entre otros; o bien en viñedos con anchos de calle estrechos. Las máquinas que han formado parte de esta prueba de campo tienen las siguientes equipaciones:

- John Deere:
 - 5ML Narrow.
 - Starfire & pantalla UT 4640 (NMEA by USB).
 - JDLink/Operation Center.
 - Smart Cloud (Lidar+GPS).

- Teyme:
 - Eolo GTE10.
 - Atomizador arrastrado.
 - Tres coronas de pulverización, 48 boquillas.
 - ISOBUS Task controller (SC).

Al equipamiento típico del tractor John Deere 5ML (Narrow), en este ensayo se ha incorporado una antena StarFire7000 que aporta precisión RTK (± 2 cm), así como un controlador de tareas y pantalla Isobus UT JD 4640; ambos equipos ampliamente descritos en la prueba de campo mencionada.

Una semana antes del ensayo en la finca del Imidra, se realizaron unas pruebas para familiarizarnos con el conjunto tractor/atomizador/Smart Apply, a la que acudió un técnico de Teyme para verificar el correcto uso de las funcionalidades del sistema Isobus, como se detallará posteriormente.

El sistema Smart Apply es capaz de controlar independientemente la pulverización de cada boquilla sin modificar la presión de trabajo, adaptándose a las características de volumen y densidad del dosel vegetal a tratar

Teyme como empresa asociada

Tal como se mostró en la jornada de conmemoración del segundo aniversario del John Deere Innovation Center en Parla, Teyme es una de las empresas integradas

en el ecosistema de entidades empresariales del centro de innovación. Por tanto, hay una comunicación directa y constante con JD y con los concesionarios para realizar mejoras y nuevos diseños de equipos.

Concretamente, Smart Apply está instalado de manera combinada en un atomizador Teyme Eolo GTE10 dotado de tecnología Isobus. La ECU del pulverizador transfiere los parámetros de funcionamiento al controlador de tareas, y terminal universal, empleando el conector estándar.

Cuando se trabaja sin el sistema Smart Apply, con el equipo Teyme con Isobus se puede verificar y controlar en tiempo real el caudal (modo auto, proporcional a la velocidad de avance), manteniendo constante la dosis aplicada a pesar de variaciones en el régimen de motor y/o la marcha elegida. El equipo Teyme dispone de sensores de presión y caudal digitales, dos elec-



SIEMBRA UNIVERSAL Y DIRECTA

¡ KVERNELAND !

Las nuevas rejas NCT instaladas en la reconocida sembradora ts-drill Kverneland permiten la siembra directa sobre rastrojo, manteniendo la estructura del suelo y el consumo mínimo de potencia, a la vez que facilitan el mantenimiento.

WHEN FARMING MEANS BUSSINESS

es.kverneland.com

PRUEBA DE CAMPO



Prueba de campo realizada en la finca El Socorro del Imidra para obtener la información que se visualiza en el terminal del sistema Smart Apply, comparándola con los registros manuales de volumen de vegetación.

troválvulas de control de secciones y sus respectivos retornos tarados, y ofrece un procedimiento semiautomatizado de configuración de los parámetros de trabajo, que resulta muy práctico para un agricultor profesional y aún más para las empresas de servicios a terceros.

Antes de comenzar a trabajar en modo Smart Apply activado es imprescindible seguir los procedimientos convencionales de calibración del equipo, como son: la selección de la boquilla más adecuada al tipo de tratamiento, el ajuste de la presión del circuito hidráulico, la verificación de los retornos tarados y la selección de velocidad típica de trabajo; en muchos equipos encontraremos el término velocidad simulada dado que éste será el valor por defecto cuando la antena pierda la señal satelital.

En este caso, de cara a la aplicación de un volumen de aplicación de 420 l/ha se seleccionó un conjunto de 14 boquillas ISO 01 naranjas, trabajando a 7 bar y a una velocidad de avance de 3,6 km/h.

Para esta prueba se dispuso de un atomizador de grandes dimensiones, aunque hubiera sido preferible un equipo suspendido. Hay que justificar este hecho, dado que este conjunto John Deere 5ML (Narrow) + Teyme Eolo GTE10 + Smart Apply es el evaluado también en cítricos, en la finca



Antes de proceder a la prueba, el responsable de la empresa Kyle Fogle realizó el cubicaje máximo estimado del dosel de las viñas en la línea de referencia.

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

Principios básicos del Smart Apply

El sistema Smart Apply se vende como un kit para ser instalado en pulverizadores hidroneumáticos nuevos y en uso, incluyendo tanto los equipos más sencillos con válvulas de acción manual como

los equipos con válvulas de accionamiento eléctrico mediante electro-interruptores (*electro-switches*), ordenadores sencillos, así como sistemas que incorporen la tecnología Isobus, como es el equipo Teyme utilizado en estas pruebas.

El sistema Smart Apply es capaz de controlar independientemente la pulverización de cada boquilla sin modificar la presión de trabajo, adaptándose a las características de volumen y densidad del dosel vegetal a tratar (objetivo). Para ello integra un sensor de escaneo láser de alta velocidad (LiDAR), un programa de procesa-

miento de señales diseñado a medida, un controlador automático de aplicación variable y válvulas especiales con actuación por solenoide para la variación individual del caudal de cada boquilla (figura 1).

El programa residente en local en un ordenador (en este caso una tablet) calcula los volúmenes de las secciones del dosel y las densidades del follaje correspondientes a cada boquilla, y luego calcula el ciclo de trabajo para las señales de modulación de ancho de pulso (PWM) que sincronizan la salida de pulverización con la detección del sensor láser. Una vez determinado el ciclo de trabajo deseado, un circuito controlador de válvulas genera y amplifica las señales PWM con el ciclo de trabajo requerido y acciona las válvulas solenoides para controlar de forma independiente los caudales de las boquillas y lograr la función automática de dosis proporcional a la densidad del dosel. Una antena GPS permite determinar

El ahorro de fitosanitario alcanza en torno al 50% en Smart Apply pulsado, mientras que en modo ON/OFF solo se alcanza un 15% de ahorro; este modo equivale al empleo de sensores de ultrasonidos convencionales

la geolocalización de los árboles y la velocidad real de trabajo.

Registro de datos

En esta prueba de campo en la finca El Socorro del Imidra, hemos dispuesto de

una amplia variedad de tecnologías instaladas, aunque en este artículo nos vamos a referir específicamente a la información que se visualiza en el terminal del sistema Smart Apply, comparándola con los registros manuales de volumen de vegetación, y de validación de aplicación de caldo en tierra o *Ground Truth*, según se denomina habitualmente en el ámbito anglosajón.

Diseño de experimentos

Un mes antes de realizar los ensayos, en una visita a la finca El Socorro del IMIDRA se seleccionó la parcela de trabajo más adecuada: ancho de calle mínimo de 2,7 m, con dos sistemas de conducción: simple (CS) o doble cordón (CD). Hay que destacar la magnífica labor del responsable y técnicos de la finca del Imidra que, atendiendo a los requerimientos técnicos, tenían las cepas perfectamente sujetas y

NEUMÁTICOS FIABLES PARA UN MUNDO EN CONSTANTE EVOLUCIÓN

Campos húmedos, pastos resbaladizos, terrenos montañosos y largas carreteras. Los neumáticos Mitas trabajan con eficiencia y fiabilidad en todas las condiciones. Equipando varios tipos de maquinaria agrícola y apto para numerosas aplicaciones, los neumáticos Mitas aseguran a los profesionales agrícolas mantener el ritmo del rápido desarrollo de la agricultura. Neumáticos Mitas, trabajando duro desde 1932.

mitas-tyres.com



Mitas

PRUEBA DE CAMPO

la cubierta desbrozada en la línea de referencia, lo que es necesario para garantizar que la nube de puntos del LiDAR refiera exclusivamente a las cepas y no a la vegetación herbácea adventicia.

Trabajamos sobre cuatro calles (8 hileras de vides), cada una con tres tramos de una longitud en torno a 130 m; todas las cepas (247) se clasificaron individualmente, de manera manual, atendiendo al volumen de copa: alto (H), medio (M), bajo (L), y otros (O); 165, 25, 48 y 9 cepas respectivamente.

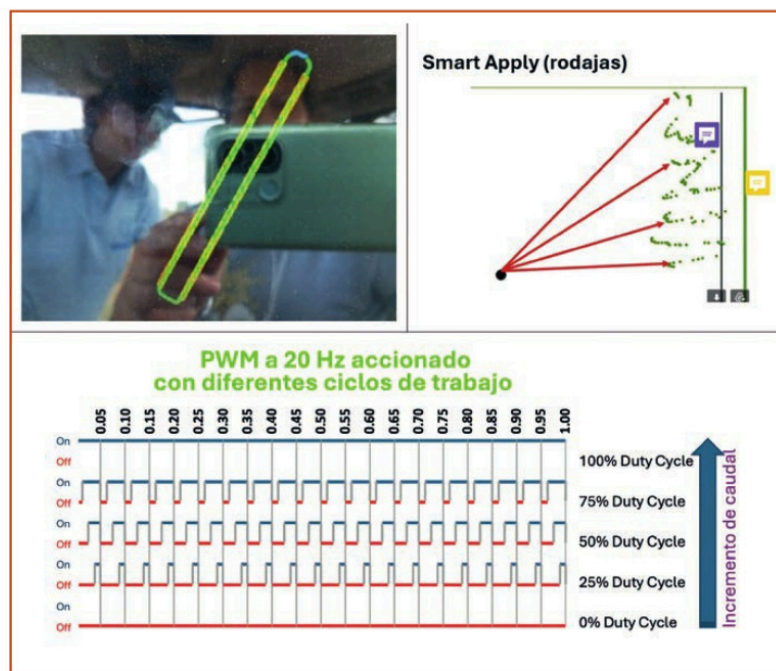
Los ensayos de comparación entre modalidades (manual, sin Smart Apply; Smart Apply en modo ON/OFF, no pulsado; y Smart Apply pulsado) se realizaron sobre la línea I (34 cepas): 17 cepas a izquierda y derecha, 85 m² de superficie a tratar por calle (pruebas 1 y 2). Posteriormente se validó en el resto de las hileras II a VIII (prueba 3). El número de cepas por hilera es ligeramente diferente al tratarse de una finca experimental con varios sistemas de conducción y distancia entre cepas dentro de cada hilera: a más vides por hilera, menor distancia entre pies.

Antes de proceder a la prueba, el responsable de la empresa Kyle Fogle realizó (mediante una pasada en modo evaluación) el cubicaje máximo estimado del dosel de las viñas en la línea de referencia; empleó una aplicación informática aún en versión beta (en pruebas). El resultado del cubicaje propuso una dosis de aplicación máxima de 132±31 ml/m³. Complementariamente, desde las herramientas digitales DosaViña y Dosa3D, en las condiciones de la parcela, se derivó una recomendación máxima de 155 ml de caldo por m³ de vegetación (dosel).

Ejemplo preliminar de uso

A continuación se muestran los distintos ensayos realizados y los resultados obtenidos en la prueba de campo real realizada en el viñedo citado.

FIGURA 1. Visualización en planta del contorno de la nube de puntos de la salida del LiDAR (arriba a la derecha); ejemplo de funcionamiento de una electroválvula PWM (abajo).



Calibración del equipo e idoneidad de la aplicación

La verificación del caudal de las 14 boquillas ISO naranjas, a la presión de trabajo preseleccionada (7 bar) se realizó para una dosis de referencia de 420 l/ha con 2,7 m de distancia entre hileras y una velocidad de trabajo de 3,6 km/h (1 m s⁻¹), siendo los valores verificados de 0,77 l/min con una variación inferior al 5% como recomienda la norma.

Modo manual vs modos de Smart Apply

En esta prueba de campo, el volumen relativo de caldo aplicado (respecto al tratamiento testigo) en cada una de las pruebas: manual (testigo), ON/OFF y pulsado. Se observa que en el modo Smart Apply ON/OFF (detección de vegetación y apagado de la pulverización en el espacio sin plantas), el ahorro varía entre el 7,5% y el 13%, mientras que en el modo Smart

Apply pulsado, este ahorro se incrementa muy significativamente, aspecto actualmente en evaluación, con mayor potencial en aquellas hileras en las que la variabilidad de dosel es mayor. Por tanto, a mayor variabilidad del volumen de copa por parcela, mayor es la eficacia del sistema y por tanto la rentabilidad potencial del equipo.

Cuando se calcula el volumen relativo de caldo aplicado (%) respecto al valor de referencia manual (470 l/ha) en función de la estimación a priori del volumen de caldo máximo para el correspondiente volumen de copa (ml/m³) en la parcela se puede visualizar el ahorro potencial de la tecnología Smart Apply. En este acercamiento muy preliminar, el ahorro de fitosanitario (mayor cuanto mejor es la estimación a priori de la densidad máxima de copa), alcanza en torno al 50% en Smart Apply pulsado, mientras que en el modo ON/OFF solo se alcanza un 15% de ahorro; este

AYUDAS PARA SEGUROS AGRARIOS

TU PRODUCCIÓN NO PUEDE QUEDAR EN EL AIRE

Con las ayudas para seguros agrarios de la Junta de Andalucía, tu producción ganadera estará asegurada ante las adversidades climáticas.



Campaña Financiada por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural.

PRUEBA DE CAMPO



Ejemplo de evaluación de la calidad de tratamiento mediante papeles hidrosensibles.

modo de trabajo equivale al empleo de sensores de ultrasonidos convencionales.

Por otra parte, en esta prueba se ha cuantificado además el volumen relativo de caldo aplicado en las 4 calles de la parcela experimental del Imidra. Las diferencias detectadas en el modo pulsado son achacables a variaciones en la densidad foliar entre las 4 líneas, y sólo el modo pulsado es capaz de acotar las variaciones del volumen de copa, en este caso ajustando el volumen relativo de caldo entre hileras en un 10% (68%-58%).

Particularidades de uso del Smart Apply en la UE

Si consideramos las potenciales condiciones de incorporación de la tecnología Smart Apply a la agricultura europea, muchos plantean que es razonable establecer la eterna dicotomía entre agricultura del norte y agricultura mediterránea. Sin embargo, siguiendo la propuesta del CIJD, vamos a considerar los cultivos de alto valor como referencia. Todos los llamados cultivos de alto valor, son plantas vivaces

de porte arbustivo o arbóreo, con sistemas de conducción, injerto y poda muy variables. En el caso de la vid: vaso, espaldera, emparrado, entre otros; en otros cultivos arbóreos: porte tradicional (incluso marco real 10x10 m²), semi intensivo, intensivo, superintensivo (más de 2.500 pies por ha). En otras especies como cítricos, frutos de pepita y hueso, puede resultar fundamental considerar además el portainjerto que junto con el sistema de poda afecta de manera drástica al desarrollo de copa y a su densidad.

A las particularidades anteriores hay que añadir en la UE una estructura de las fincas muy variable, con parcelas en España típicamente pequeñas (1-1,5 ha), dispersas y en ocasiones distantes entre sí; con una formación del propietario o tenedor, o empresario agrario muy desigual. El número de empleados promedio va desde uno (el propietario) hasta decenas de trabajadores a tiempo completo, parcial y/o temporal.

Todo ello redundando en una tipología de parques de maquinaria tremendamente variable que exige considerar en detalle las especificaciones y requerimientos respecto al Cuaderno Digital de Explotación,

y el uso de herramientas informatizadas avanzadas.

Toda esta tipología de fincas y empresas se pueden abordar desde la plataforma software (local y en la nube) Smart Apply. Por ello el uso de la herramienta de gestión de fincas de Smart Apply no es trivial y ha de ser estudiada en profundidad, especialmente en el caso de grandes empresas con fincas dispersas por la geografía nacional e incluso supranacional.

Por otra parte, partimos de situaciones de tecnificación muy diversas, desde equipos casi mecánicos en su totalidad (sin asistencia eléctrica ni control electrónico), hasta parques con tecnología media: caudal proporcional al avance; hasta tecnológicamente muy avanzados: Isobus (con y sin control de secciones), y/o manejo de mapas para la aplicación variable de insumos.

La tecnología Smart Apply que nosotros hemos ensayado en esta prueba de campo se puede incorporar directamente en equipos de atomización mecánicos que estén bien mantenidos y calibrados (caso paradigmático en EE.UU), mientras que para parques de maquinaria muy avanzados (habituales en fincas muy profesionalizadas y empresas de servicios) será necesaria una mínima adaptación mediante pasarelas de datos y de señales de control.

El diagnóstico y evaluación de las necesidades de adaptación de la tecnología Smart Apply es la finalidad última del proyecto de innovación dirigido por Natalia Hernández Sánchez, actualmente responsable del grupo de investigación consolidado de la UPM LPF-Tagralia. Este proyecto está financiado por CIJD en el marco de la cátedra universidad empresa UPM-JD.

Bibliografía

Las referencias bibliográficas están disponibles vía correo electrónico a: pilar.barreiro@upm.es. ■

**Kubota**

Lo mejor de España puede ser tuyo.



kes.kubota-eu.com / [@kubotaspain](https://www.instagram.com/kubotaspain) / [#kubota](https://www.facebook.com/kubota)

For Earth, For Life
Kubota



Fotos 1 y 2. Vista trasera y vista lateral del prototipo de pulverizador electrostático AgroStatic de Euro Denker.

Evaluación de un prototipo de pulverizador electrostático para tratamientos fitosanitarios

F.J. García-Ramos¹, A. Vigo-Moranco¹, J. Sánchez-Hermosilla², M. Videgain¹, S. Artero¹, I. García Ávalos³, F. Páez Cano³.

¹ Lamagri. Escuela Politécnica Superior - Universidad Zaragoza – Campus Huesca.

² Departamento de Ingeniería. CIAMBITAL, Universidad de Almería.

³ IFAPA Centro Cabra. Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía.

Los pasados 10 y 11 de junio se realizó una prueba de campo de un pulverizador electrostático de la empresa Euro Denker bajo la marca comercial AgroStatic (Zaragoza), equipo diseñado para trabajar en seto de cultivo arbustivo y arbóreo y que en esta ocasión se ha probado en un olivar superintensivo. Actualmente, el equipo, en fase de prototipo, está siendo desarrollado por dicha empresa junto con el Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la Universidad de Zaragoza (Lamagri).

En este caso los ensayos de campo fueron realizados en colaboración con la Universidad de Almería y el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y de la Pro-

ducción Agraria (IFAPA) en el Centro IFAPA de Cabra (Córdoba), en una finca de olivar superintensivo en seto, y en su desarrollo participaron tanto personal del Lamagri como del Ifapa.

Sobre la tecnología de pulverización electrostática

Garantizar un rendimiento óptimo de los cultivos requiere, en la mayoría de las ocasiones, la aplicación de productos fitosanitarios que reduzcan o prevengan los daños causados por plagas y enfermedades, las cuales, junto con fenómenos climáticos adversos cada vez más frecuentes, provocan importantes mermas en la producción de alimentos. El impacto de esta actividad ha sido ampliamente abordado no solo desde una perspectiva económica, sino también desde un enfoque socioambiental. Este impacto, junto con las nuevas regulaciones sobre el uso de productos químicos



Foto 3. Boquillas electrostáticas con electrodo trabajando a tensión de 1 kV.



Foto 4. Olivar superintensivo con marco de plantación 1,5 m x 4,0 m.

en agricultura, ha impulsado la búsqueda de tecnologías alineadas con un modelo de producción sostenible, en el cual la optimización de los procesos de aplicación de insumos debe desempeñar un papel determinante en el desarrollo del sector primario. Este hecho es aún más significativo en cultivos de alto valor, los llamados cultivos especiales, donde se engloban las plantaciones de olivar. España es el país líder en superficie y producción de aceite de oliva, con más de 2,7 millones de hectáreas registradas.

Entre aquellas tecnologías orientadas hacia la búsqueda de dicha optimización, se encuentra la tecnología electrostática implementada en los equipos de pulverización. Esta tecnología utiliza gotas cargadas eléctricamente, que son atraídas hacia la superficie de las hojas del cultivo, las cuales poseen una carga natural, de manera que se produce un incremento en la adherencia de producto que mejora la deposición. Así, diferentes estudios han demostrado que aplicar una carga eléctrica a las gotas generadas por los equipos de pulverización puede aumentar significativamente la deposición del producto. Sin embargo, la efectividad de esta técnica depende de

múltiples factores que deben ser estudiados de manera conjunta, considerando el objetivo específico de la aplicación, lo cual ha dificultado su adopción generalizada en equipos comerciales. Aspectos como el tipo de cultivo, el voltaje aplicado, el diseño del equipo, la naturaleza de las boquillas, el tamaño de las gotas y los parámetros de aplicación deben evaluarse cuidadosamente para determinar la regulación óptima y cuantificar el incremento en la eficiencia del proceso de aplicación con esta tecnología.

Descripción del pulverizador AgroStatic

El prototipo analizado es un pulverizador electrostático suspendido (**fotos 1 y 2**). Éste consta de un depósito de 300 l de capacidad y un sistema hidráulico con dos sectores, uno a cada lado de la máquina y un total 14 boquillas neumáticas (7 por sector) dispuestas verticalmente en un brazo móvil que permite ajustar la distancia de aplicación respecto al seto. El equipo monta dos electroválvulas encargadas de regular el paso del líquido a ambos secto-

res de la máquina. Dada la naturaleza de las boquillas, la gota se forma y se fracciona debido a la acción de un flujo de aire a gran velocidad, generado en este caso por un compresor volumétrico accionado por la toma de fuerza del tractor. La carga eléctrica generada sobre las gotas se obtiene en cada boquilla (**foto 3**) mediante un sistema de inducción electrostática, utilizando un voltaje de electrodo de 1 kV.

Prueba de campo

Se llevó a cabo la evaluación del prototipo electrostático en un olivar superintensivo con marco de plantación 1,5 x 4,0 m (**foto 4**) ubicado en la finca experimental del IFAPA de Cabra (37°30'11.4"N 4°25'47.0"W, Córdoba).

En primer lugar, se aforaron los caudales de las boquillas para diferentes presiones del circuito hidráulico. Los caudales de líquido fueron cuantificados para presiones de trabajo en un rango de 1 bar a 3,5 bar, obteniendo caudales por boquilla de 138 ml min⁻¹ a 245 ml min⁻¹. En cuanto al circuito neumático, en la prueba de campo, el equipo se reguló a una presión de trabajo



Foto 5. Vista lateral pulverizador hidroneumático tradicional.



Foto 6. Pulverizador hidroneumático tradicional trabajando en parcela.

de 1,1 bar correspondiente a 450 rpm de la toma de fuerza del tractor.

En la prueba de campo se analizó la efectividad de la aplicación mediante la evaluación del porcentaje de cobertura obtenido en puntos previamente definidos dentro del cultivo, en función de tres configuraciones del equipo electrostático, trabajando a 3,5 bar de presión de agua ($0,245 \text{ l min}^{-1}$). Para poder comparar con un tratamiento tradicional se realizó un tratamiento con un equipo hidroneumático arrastrado clásico (**fotos 5 y 6**) habitualmente utilizado en la aplicación de producto en olivar. Este pulverizador se equipó con boquillas ATR 80 rojas, con caudal unitario de $1,7 \text{ l min}^{-1}$. Tal y como se detalla en el **cuadro I**, se evaluó el equipo electrostático (**foto 7**) a diferentes velocidades de avance, variando las dosis de aplicación entre $90,7 \text{ l ha}^{-1}$ y $163,3 \text{ l ha}^{-1}$, siendo la dosis de aplicación del equipo convencional de $466,3 \text{ l ha}^{-1}$, estimada esta última según la metodología basada en el volumen de vegetación del cultivo.

Evaluación de la deposición sobre papel hidrosensible

Se establecieron cinco secciones del cultivo a lo largo de la calle de olivar evaluada,

CUADRO I

Configuraciones seleccionadas en el estudio de deposición en olivar superintensivo.

Configuración	Equipo	Velocidad avance (km h^{-1})	Dosis (l ha^{-1})
C1	AgroStatic	5,4	90,7
C2	AgroStatic	4,5	108,9
C3	AgroStatic	3,0	163,3
C4	Convencional	5,3	466,3

en las que se colocaron papeles hidrosensibles en diversos puntos dentro del cultivo. Concretamente, en cada sección, se establecieron 2 alturas y 3 profundidades (ambos planos externos y en el eje central del seto), tanto en el haz como en el envés de las hojas. En la **figura 1** se muestra la nomenclatura asociada a cada localización de los papeles hidrosensibles, siendo los

Si se compara con la deposición en el plano exterior con respecto al interior, se observa cómo la variación existente es de un 50% para la pulverización convencional, frente al 26% de la electrostática

puntos A y F los expuestos a la pulverización, con orientación oeste y este, respectivamente. En este sentido, cabe destacar los valores registrados de velocidad del viento durante el ensayo, con un promedio de $1,9 \pm 0,53 \text{ m s}^{-1}$, en dirección sureste. El tratamiento se realizó por ambas caras de la línea de cultivo.

Además de la evaluación del mojado, se analizó, en los ensayos correspondientes a las configuraciones C3 y C4, la pérdida de producto en varios puntos alrededor del cultivo. Se colocaron, en la fila de vegetación contigua a la fila evaluada y en las cinco secciones, 2 papeles hidrosensibles, con el objetivo de determinar la cantidad de producto que traspasó el cultivo objetivo en función del equipo estudiado. Por otro lado, se colocaron, en la base del tronco de cada sección, 2 papeles hidrosensibles (1 en orientación este y 1 orientación oeste) para determinar, en este caso, la cantidad de producto que llegó al suelo.

Para el análisis de la superficie mojada en los ensayos, los papeles hidrosensibles (**foto 8**) fueron analizados utilizando el software de análisis de imagen ImageJ.

El porcentaje de área cubierta varió de manera desigual en los distintos puntos del cultivo. Los valores máximos de cobertura se registraron, en todos los casos, en las zonas externas del seto (A y F). Los resultados obtenidos para todas las configuraciones se muestran en la **figura 2**.

Las configuraciones C1 y C2 (AgroStatic a $90,7 \text{ l ha}^{-1}$ y $108,9 \text{ l ha}^{-1}$, respectivamente) mostraron porcentajes de cobertura inferiores a las configuraciones C3 y C4 en todos los puntos de estudio. Sin embargo, C3 y C4 (AgroStatic a $163,3 \text{ l ha}^{-1}$ y convencional a $466,3 \text{ l ha}^{-1}$, respectivamente) mostraron un comportamiento similar



Foto 7. Equipo electrostático aplicando producto por su sector izquierdo.

en el mojado, teniendo en cuenta que, en el caso del pulverizador electrostático en la configuración C3, se utilizó una reducción de dosis del 65% frente al equipo convencional. Se observó la influencia del viento atmosférico durante el ensayo, que provocó un descenso de la cobertura de los hidrosensibles en la dirección opuesta a la pulverización (B y D) y un incremento en los hidrosensibles localizados en el envés de las hojas, pero en sentido favorable a la dirección del viento (punto de medición E). De forma concreta, en ese punto, el promedio de cobertura obtenido en la aplicación con el equipo convencional no llegó a un 20%.

También se observó la influencia del viento sobre la cantidad de producto que llegó a las filas colindantes, en este caso, sobre el lado este del seto, donde se cuantificó mayor cantidad de



**DISEÑO EXCEPCIONAL
RENDIMIENTO ÚNICO**

MF 9S | 285-425 CV CONECTA CON EL FUTURO

VISIBILIDAD Y COMODIDAD ÚNICAS

La mejor visibilidad de su clase con una superficie acristalada de $6,6 \text{ m}^2$, una espaciosa cabina de $3,4 \text{ m}^3$ y paquete de luces LED de 360° .

TRANSMISION DYNA VT

De alto rendimiento, eficiente y fiable.

PREPARADO PARA LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Nuevas opciones que mejoran el rendimiento como el MF AutoTurn, gestión implemento-tractor y mucho más.

Contacta con tu concesionario Massey Ferguson para más información

MASSEY FERGUSON is a global brand of AGCO Corporation.



BORN TO **FARM**

FIGURA 1. Puntos de medición de cobertura y deposición (H: altura y P: profundidad).

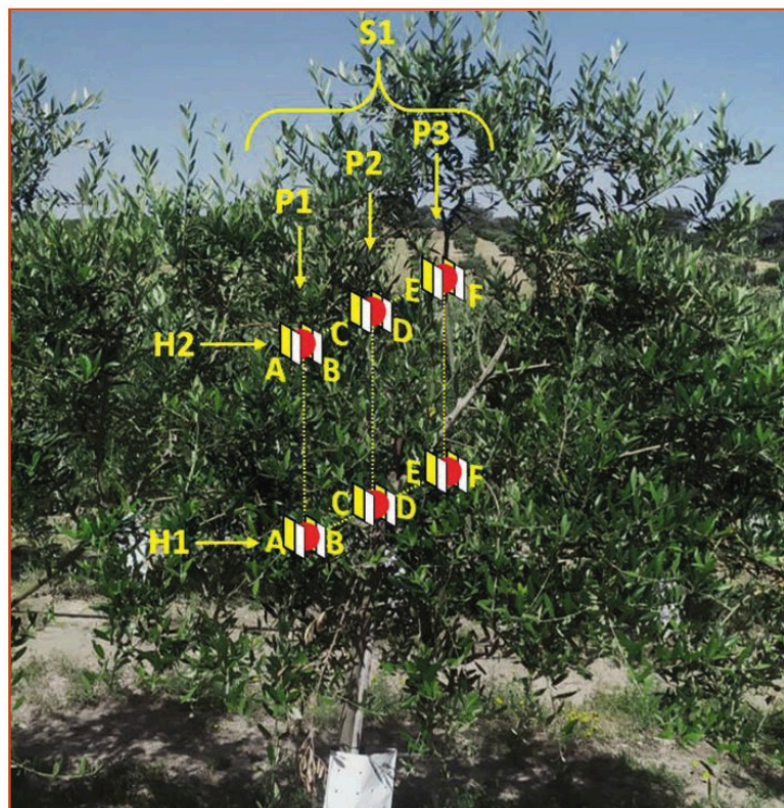


Foto 8. Ejemplo de mojado de papel hidrosensible por máquina electrostática.

producto en ambos equipos, destacando los valores del convencional, que duplicaron los obtenidos en el caso del equipo electrostático. Esta diferencia se acentuó en la evaluación de la deposición en la parte inferior del tronco, independientemente de la orientación evaluada, con valores promedio de superficie mojada del 60% obtenidos con el equipo convencional, respecto a <1% en el caso del equipo electrostático.

Evaluación de la deposición sobre hoja

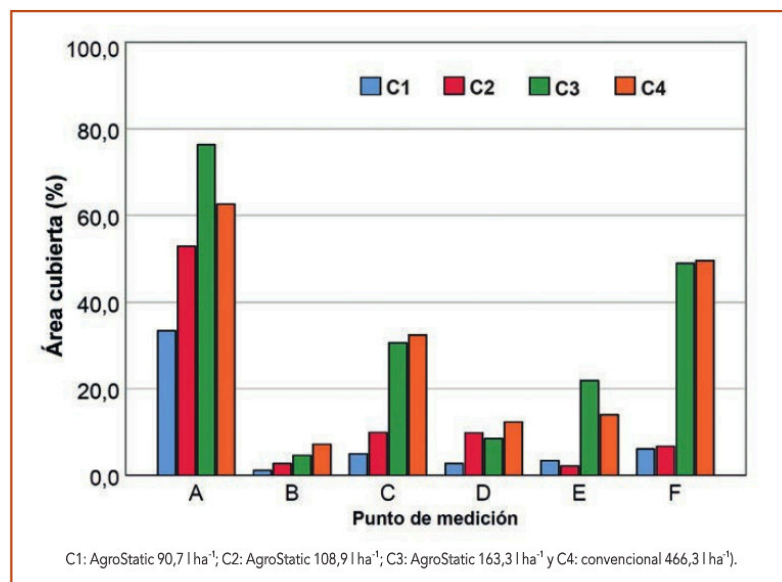
Para completar el ensayo realizado con papel hidrosensible se comparó el equipo electrostático configurado para pulverizar un volumen de $166,3 \text{ l ha}^{-1}$ (configuración C3), con el equipo hidroneumático convencional aplicando el volumen de referencia de $466,3 \text{ l ha}^{-1}$ (configuración C4). Para ello se utilizó tartrazina como trazador disuelto en el líquido del depósito y se determinó la deposición de trazador sobre las hojas del cultivo obtenida por cada uno de los equipos. Con este ensayo se pretendió evaluar la capacidad de retención de la hoja, siendo esta la deposición más aproximada a la realidad que en el caso de utilizar otro tipo de receptores, debido a las propiedades físicas de la superficie foliar.

Cada punto de muestreo estaba constituido por un árbol, seleccionando en total 5 árboles por tratamiento a modo de repetición, ubicados en una misma línea de cultivo y con una separación mínima de 3 m. Una vez seleccionados los árboles se procedió a realizar las aplicaciones, pulverizando la disolución de trazador (concentración aproximada de 10 g/l de tartrazina en depósito) por ambos lados de la línea de cultivo, cerrando las boquillas del lateral no enfrentado a la línea objeto y registrando los distintos parámetros que caracterizan una pulverización (velocidad de avance, distancia al objetivo, rpm de tdf, velocidad y dirección del viento, humedad ambiental, etc.).

Una vez secos los árboles, se recogieron 25 hojas ubicadas en las 2 alturas (H1 y H2) y 3 profundidades (P1, P2, P3) definidas en el ensayo anterior. En total por árbol fueron recolectadas 150 hojas (25 hojas x 2 alturas x 3 profundidades). Con el objetivo de evaluar la deriva dentro de la propia parcela (endoderiva), se recogieron, de las filas adyacentes, 25 hojas de su lateral expuesto a la fila estudiada a la altura H2, seleccionando aquellas plantas situadas en la misma posición de los puntos de muestreo objeto de la aplicación. Finalmente, el conjunto de hojas por zona muestreada se introdujeron en una bolsa marcada con un código que identificaba su posición.

Una vez en el laboratorio, para extraer el trazador que contenía esas muestras, se realizó un lavado de las mismas con agua destilada durante 1 minuto, realizándose esta operación en la propia bolsa (foto 9).

FIGURA 2. Porcentaje de cobertura en papel hidrosensible obtenido en función del punto de muestreo y la configuración seleccionada.



SEBRADORA AIRSEM XL



- ✓ Mayor ergonomía y gran maniobrabilidad
- ✓ Máxima autonomía con menor potencia requerida
- ✓ Equipos de alta tecnología y fácil manejo
- ✓ Mayor rendimiento con menos consumo
- ✓ 6.000 l de capacidad



www.sebradorasgil.com

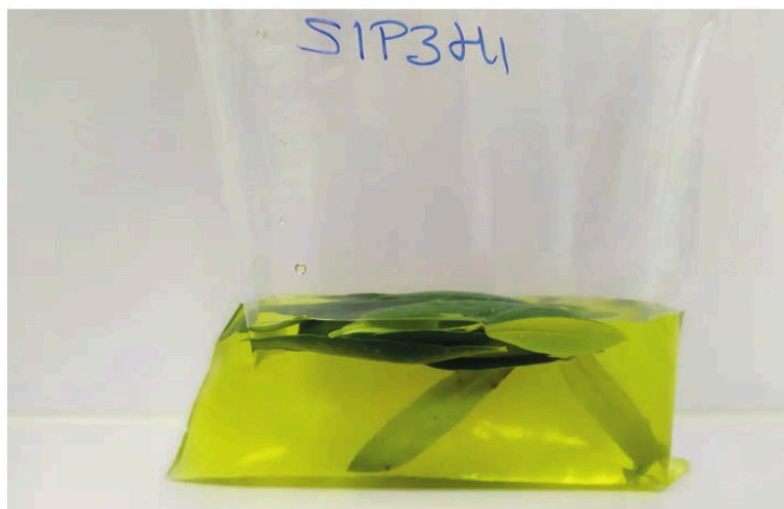
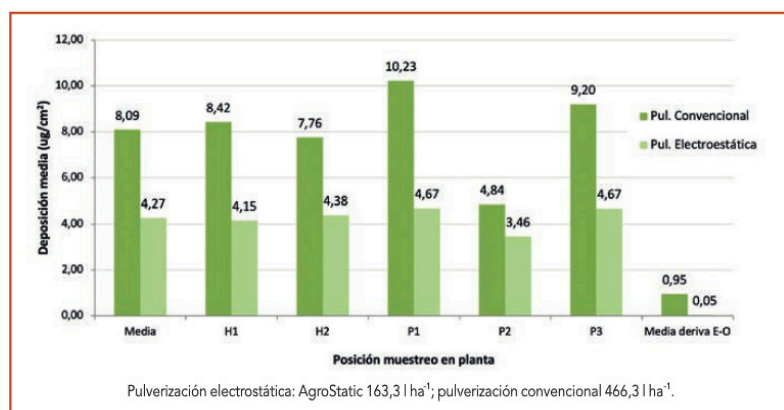


Foto 9. Detalle de lavado de muestras de hoja en laboratorio.

FIGURA 3. Deposición media total sobre árbol y en función de la posición de la muestra.

Finalmente se analizó el espectro de c del agua con el colorante extraído mediante espectrofotometría para así determinar la deposición.

Como resultado podemos citar que, siendo el volumen de aplicación con el sistema convencional, de aproximadamente 3 veces superior al empleado con el equipo electrostático (65% menos de producto aplicado en configuración C3 con el equipo electrostático frente a configuración C4 con equipo convencional), se ha conseguido depositar únicamente 1,9 veces más de

producto, siendo este dato un 34% menor que la deposición esperada si existiera una relación lineal entre volumen y deposición (figura 3).

También destacar que la uniformidad de la deposición en profundidad sobre el cultivo, fue superior en la pulverización electrostática con respecto a la obtenida con el equipo convencional, por lo que mejora la penetración del volumen pulverizado dentro del cultivo. Si se compara la deposición en el plano exterior con respecto al interior, se puede observar cómo la

variación existente es de un 50% para la pulverización convencional frente al 26% alcanzada en la electrostática. Finalmente, la endoderiva generada por el nuevo equipo ensayado es aproximadamente de un 95% inferior a la obtenida con el pulverizador convencional.

Conclusiones

En base a los resultados experimentales obtenidos en campo, la tecnología electrostática ensayada ofrece unas perspectivas de reducción de producto frente a la tecnología convencional que se fundamentan en varios factores:

- La equiparable cobertura obtenida en las pruebas con papel hidrosensible de la tecnología electrostática, utilizando caudales de aplicación inferiores, frente a un tratamiento tradicional.
- La aceptable deposición de materia activa obtenida con la tecnología electrostática utilizando un 65% menos de producto que un tratamiento convencional.
- La menor endoderiva obtenida con la pulverización electrostática.
- Serían necesarios ensayos específicos de control de plagas y enfermedades para validar estas premisas.

Agradecimientos

Esta actividad se ha desarrollado en el marco de los proyectos:

- Grupo de Cooperación “Agricultura de precisión para la mejora de los tratamientos fitosanitarios en viñedo (VITIS AP)” en el marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020.
- “Experimentación y Transferencia en Olivar (@lfapaOlivar)” con código PR. TRA23.TRA2023.003, cofinanciados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). ■

FENDT

fendt.com | Fendt is a worldwide brand of AGCO.



Excepcional por Naturaleza. Nuevo Fendt 600 Vario.

Un todoterreno de primera clase que marca nuevos hitos en el campo. Su estrecho radio de giro, de tan sólo 10,2 m, su reducido peso operativo de 7,7 toneladas combinado con una elevada capacidad de carga de unas impresionantes 5,8 toneladas, así como una potencia hidráulica de hasta 205 l/min hacen que el Fendt 600 Vario sea excepcional por Naturaleza en el segmento de potencia de entre 149 y 224 CV. Más información fendt.com/600-vario



Los mejores llevan Fendt.

Nuestra misión

¡DEVOLVER EL PODER A LOS AGRICULTORES!

Accede a la mayor gama de productos
agrícolas **en línea y Ahorra tiempo y dinero.**

agryco[®].es
Todo para los agricultores



Fertilizantes



Semillas



Recambios
agrícolas



Nutrición
animal



Taller



Ecológico



Viticultura