

Propuestas de tratamientos fitosanitarios y medidas culturales para conseguir un producto con residuo cero

El tomate, planteamientos sanitarios de un cultivo muy vulnerable para el residuo cero

Los mercados de frutas y hortalizas han ido evolucionando en los últimos años hacia una reducción de los residuos de fitosanitarios presentes en los productos. La legislación europea ha ido armonizando los LMRs, pero éstos no han servido de referencia a las grandes cadenas comerciales que han desarrollado

sus propias normativas en cuanto a residuos. Este movimiento llega a su nivel más alto cuando a partir del año 2005 se empieza a acuñar el término residuo cero para referirse a un tipo de fruta y hortaliza en la que los niveles de residuos de fitosanitarios están por debajo de los límites de detección.

José Luis Porcuna⁽¹⁾, Carlos Baixauli⁽²⁾, José M. Aguilar⁽²⁾, José Ignacio Marsal⁽³⁾, María del Carmen Rubio⁽⁴⁾, José Sarrio⁽⁵⁾.

(1) Sanidad Vegetal. Generalitat Valenciana.

(2) Fundación Ruralcaja.

(3) IVIA.

(4) Fundación Anecoop.

(5) Cooperativa La Unión. Perello (Valencia).

Cuando los españoles llegaron a América, encontraron entre las hierbas comestibles de los milpas una llamada *tomatl* que más tarde se castellanizaría con el nombre de tomate. Durante un tiempo la palabra *jitomate* o *miltomate* sirvió para nombrar al tomate, y de hecho sigue utilizándose en algunos países latinoamericanos. Fuera del área americana no se tienen noticias de que el to-

mate fuera utilizado en las dietas de ninguna otra región de forma continua, hasta que a finales del siglo XVII se empieza a consumir de forma generalizada, desarrollándose múltiples usos en distintos platos locales.

En los países que más se desarrolló su consumo como hortaliza fue en Italia y España, siendo muy posterior su consumo extendido en el resto de los países europeos. De hecho no apa-



Foto 1. La calidad del cuajado es un punto crítico en ciclos de invierno, para lo cual habrá que vigilar la eficacia de los abejorros o insectos polinizadores.

CUADRO I.

Propuesta de tratamiento de las plagas para conseguir un tomate residuo cero.

PLAGA	CRITERIO DE INTERVENCIÓN	MÉTODOS DE CONTROL FAUNA AUXILIAR	CONTROL QUÍMICO MATERIAS ACTIVAS	OBSERVACIONES(*)
Trips. <i>Frankliniella occidentalis</i>		<i>Nesiodicoris tenuis</i>	Aceites de parafina (1) Azadiractina Spinosad (1)	(1) Al menos 15 días antes de la recolección. No realizar más de tres aplicaciones por campaña. Se podrán usar plantas atrayentes y reservorio de <i>Nesiodicoris</i> como <i>Disttrichia viscosa</i>
Minadores de la hoja o "submarino" <i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Liriomyza strigata</i> , <i>Liriomyza bryoniae</i> , <i>Liriomyza huidobrensis</i>	- En plantas jóvenes si hay presencia de adultos o de galerías sin parasitar, - En plantas adultas > 20% de hojas con galerías sin parasitar.		Aceites de parafina (1) Azadiractina	(1) No tratar con aceite planta pequeña y/o tratada con azufre
Polilla del tomate <i>Tuta absoluta</i>	- Observar las primeras brotaciones jóvenes y frutas pequeñas para detectar los primeros síntomas del ataque y especialmente debajo del cáliz de los frutos.	<i>Nesiodicoris tenuis</i>	Aceites de parafina (1) Azadiractina (1) Bacillus thuringensis (1) Spinosad (2)	-Mantenimiento y limpieza de barbechos (solarización, biofumigación, etc.). - No abandonar los restos de poda y frutos de destrío al aire libre sino destruirlos y enterrarlos. (1) Los tratamientos con aceites y <i>B.t</i> solo son eficaces en los primeros estadios larvarios. Realizar tratamientos semanales con algunos de estos productos cuando haya presencia de plaga en las trampas y ausencia de daños. (2) No realizar más de tres aplicaciones por campaña. Al menos 15 días antes de la recolección.
Mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> <i>Bemisia tabaci</i>		<i>Macrolophus caliginosus</i> <i>Dicyphus tamaninii</i> <i>Nesiodicoris tenuis</i>	Aceites de parafina (1) Azadiractina Beauveria bassiana: + aceite parafínico. Pimetrozina (2) Spiromesifen (3)	(1) No tratar con planta pequeña y/o t tratada con azufre. (2) 45 días antes de la recolección. (3) 7 días antes de la recolección.
Pulgón <i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis craccivora</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Con niveles de parasitismo mayores de 60% no tratar. -Tratamientos localizados sobre los primeros focos. - Si se detecta presencia de pulgones junto con síntomas de virosis, realizar un tratamiento.		Aceites de parafina (1) Azadiractina (3) Jabones Pimetrozina (2)	(1)No tratar con planta pequeña y/o tratada con azufre. (2) 45 días antes de la recolección. (3) No realizar aplicaciones repetidas durante el establecimiento de <i>Orius</i> .
Ácaros: Araña roja <i>Tetranychus urticae</i> , <i>T. turkestanii</i> , <i>T. evansi</i> , etc.)	Se podrá intervenir sobre los focos cuando las plantas tengan menos de 1 m de altura y la proporción de fitoseidos sea inferior a 1 fitoseido por cada 10 arañas rojas. Cuando haya presencia de auxiliares en más del 50 % de plantas con araña roja no serán necesarios tratamientos.	Fitoseidos	Aceites de parafina (1) Azufre Spiromesifen (2) Extracto de chile Azufre	(1)No tratar con planta pequeña y/o tratada con azufre. (2) 7 días antes de la recolección. Toxicidad reducida media sobre fitoseidos Plaga que se desarrolla en focos, por lo que es importante una detección precoz. En parcelas con problemas anteriores de esta plaga se tendrá un especial cuidado en su detección.
Ácaros: Vasates o Ácaro del bronceado <i>(Aculops lycopersici)</i>	La plaga estará bajo control cuando no aumente ni el número ni la superficie de los focos. Plaga que se desarrolla en focos, por lo que es importante una detección precoz. En parcelas con problemas anteriores de esta plaga se tendrá un especial cuidado en su detección.		Aceites de parafina (1) Azufre: (2) Spiromesifen (3) Extracto de chile	(1) No tratar con planta pequeña y/o tratada con azufre. (2) Recomendable no realizar dos tratamientos seguidos: por disminución de fitoseidos (ácaros depredadores) (3) Toxicidad reducida-media sobre fitoseidos (7 días antes de la recolección)
Orugas: Heliothis (<i>Helicoverpa armigera</i> , <i>Heliothis peltigera</i>) Plusia (<i>Chrysodeixis chalcites</i> , <i>Autographa gamma</i> , <i>Trichoplusia ni</i>) Rosquilla negra (<i>Spodoptera littoralis</i>) Rosquilla verde (<i>Spodoptera exigua</i>)	Presencia de huevos o larvas, (porcentaje mayor al 2%). Presencia de huevos, larvas o daños recientes de <i>Helicoverpa armigera</i> .	<i>Nesiodicoris tenuis</i>	Azadiractina Bacillus thuringensis Piretrinas naturales Spinosad (1)	Mantener al menos una estación por paraje para seguir la evolución de las especies que pueden ser más problemáticas en la zona. (1) 15 días antes de la recolección. No realizar más de tres aplicaciones por campaña.
Gusanos del suelo Gusanos grises o dormideros (<i>Agrotis spp</i>) Gusanos de alambre (<i>Agriotes spp.</i>)	Presencia de daños en primeros estadios (especial vigilancia en cultivos con precedentes) Durante los muestreos llevados a cabo para el resto de plagas y enfermedades, se observará la existencia de larvas en la base de la planta, o daños en el cuello. Se prestará especial atención en los primeros estadios del cultivo		Azadiractin Cebos granulados-(clorpirifos) Metil clorpirifos (1)	(1) P.S 40 días. Aplicado en el riego
Nematodos (<i>Meloidogyne spp.</i>)	En parcelas con antecedentes de nematodos, se podrá tratar sin presencia de síntomas, si no se ha solarizado y/o biofumigado	Biodesinfección Solarización,	Oxamilo (1)	(1) 90 días antes recolección. Utilizar antes de la plantación. Mantener un nivel adecuado de materia orgánica en el suelo. Empleo de variedades resistentes y/o injertadas.



Foto 2. Para conseguir el objetivo de residuo cero es necesario replantearse el modelo de producción casi en su totalidad. Foto 3 (derecha). La utilización de plantas que actúan como reservorios y atrayentes de insectos útiles es una práctica habitual. En la foto se puede ver a *Ditrichia viscosa*, atrayente de *Nesidiocoris tenuis*.

El aumento de las exigencias por parte del comercio resulta especialmente difícil

en cultivos como el tomate para el consumo en fresco, ya que en los momentos de máxima producción la recolección de los frutos se realiza con una periodicidad casi diaria

rece en los catálogos de hortalizas sino de productos farmacéuticos. Tenemos que esperar hasta principios del XIX para que aparezca como hortaliza en un gran número de países europeos.

Residuo cero, un horizonte difícil pero posible

Los mercados de frutas y hortalizas han ido evolucionando en los últimos años, hacia una reducción de los residuos de fitosanitarios presentes en los productos.

La legislación europea ha ido armonizando los LMRs, pero éstos no han servido de referencia a las grandes cadenas comerciales que han desarrollado sus propias normativas en cuanto a residuos y han exigido a los productores niveles, en algunos casos, muy por debajo de los que la legislación permitía.

La marca Alma Verde italiana, fue pionera en estas políticas y ya a finales de los años 80 incluía en sus productos etiquetas que informaban al consumidor de que los residuos de fitosanitarios presentes en ellos eran inferiores al 50% de los LMRs establecidos.

Posteriormente algunos reglamentos de producción integrada hicieron tímidos intentos de recoger limitaciones más exigentes a los residuos permitidos por la legislación europea. Pero es realmente a partir del año 2000 cuando se empiezan a desarrollar distintas normativas comerciales privadas, que exigían a los productores niveles de residuos inferiores a los establecidos en las distintas legislaciones.

Este movimiento creciente, de limitar los residuos presentes en los productos hortofrutícolas, llega a su nivel más alto cuando a partir del



Foto 4. Daños causados por *Tuta absoluta* en tomate.



Checchi & Magli

Tecnologías para horticultura

año 2005 se empieza a acuñar el termino residuo cero para referirse a un tipo de fruta y hortaliza en la que los niveles de residuos de fitosanitarios están por debajo de los límites de detección.

Este aumento de las exigencias por parte del comercio, resulta especialmente difícil en cultivos como el tomate para el consumo en fresco, ya que en los momentos de máxima producción la recolección de los frutos se realiza con una periodicidad casi diaria, con lo que la limitación a la utilización de fitosanitarios es casi total. De esta manera, en los momentos de producción solo serían utilizables productos sin plazos de seguridad.

Esta situación está provocando en muy poco tiempo un cambio radical y sin precedente en las técnicas de producción, de tal forma que para conseguir el objetivo de residuo cero es necesario replantearse no solamente la utilización de fitosanitarios con mayor o menor persistencia, sino el modelo de producción casi en su totalidad.

En los cuadros I y II se detallan las propuestas para la producción "residuo cero" en tomate.

Consecuencias de la mejora vegetal intensiva

Pocas plantas han sido objeto de tanto trabajo de mejora genética como el tomate. Las variedades que actualmente se comercializan han sido mejoradas con la introducción de distintos tipos de resistencias a diversos problemas fitopatogénos, adaptación a diferentes ciclos de cultivo, incremento de productividad, aumento de la vida para facilitar su comercialización, etc.

Como en cualquier cultivo, con la manipulación y mejora se solucionan algunos problemas pero al mismo tiempo se provoca como efecto no deseado que la planta vaya perdiendo sus características primitivas y salvajes y en consecuencia aumentando su fragilidad a otros tipos de estrés. Es precisamente este trabajo de mejora intensivo el que aumenta la fragilidad de la planta a otros problemas no contemplados entre los objetivos iniciales de la mejora, y es por ello por lo que la planta de tomate se convierte en un cultivo muy vulnerable.

Muchos agricultores se sorprenden al observar las masas radiculares potentes y vigorosas de las variedades salvajes o no mejoradas de tomate en comparación con las variedades mejoradas, cuando se utilizan éstas de portainjerto. Es por esta razón por la que se utiliza cada vez más, especialmente en los cultivos de tomate intensivo bajo estructuras de invernaderos, el injerto en variedades de mayor rusticidad como estrategia para aumentar el vigor y la resistencia de la planta especialmente a problemas de origen telúrico.

Con la manipulación y mejora se solucionan algunos problemas pero al mismo tiempo se provoca que

la planta vaya perdiendo sus características primitivas y en consecuencia vaya aumentando su fragilidad a otros tipos de estrés



SOLICITEN NUESTRO CATALOGO
Via Guizzardi, 38 40054 BUDRIO BOLOGNA ITALIA
Tel. 051.80.02.53 Fax 051.69.20.611
www.checchiemagli.com

Operaciones culturales para mejorar la sanidad

Muchas de las plagas y enfermedades presentes en el tomate presentan dificultades de control ya que, al ser una hortaliza de gran cultivo, el uso continuo de fitosanitarios en amplias áreas y durante una gran parte del año ha provocado no pocos problemas de resistencias y/o

El control y prevención de enfermedades por medio del manejo constituye una estrategia imprescindible sobre la que basar la sanidad durante el cultivo

falta de eficacia. En este marco, el control y prevención de enfermedades por medio del manejo, constituye una estrategia imprescindible sobre la que basar la sanidad durante el cultivo.

CUADRO II.

Propuesta de tratamiento de las enfermedades para conseguir un tomate residuo cero.

ENFERMEDAD	CRITERIO DE INTERVENCIÓN	CONTROL QUÍMICO MATERIAS ACTIVAS	OBSERVACIONES
Mildiu del tomate (<i>Phytophthora infestans</i>)	HR: 90% $10^{\circ} < T^{\circ}C < 25^{\circ}$ En parcelas con antecedentes de la enfermedad podrán realizarse tratamientos preventivos con condiciones ambientales favorables.	Azoxistrobin (Antes de cuajado) (1). Metalaxil-M + Oxiclóruo de cobre (Antes de cuajado) (2). Oxícloruro de cobre (3). Fosfitos (preventivos). Extractos de <i>Sacharomyces</i> (Micocel). Desecantes a base de silicio.	(1) 15 días antes de la recolección. (2) 28 días antes de la recolección. (3) 30 días antes de la recolección.
Podredumbre de cuello y raíces. (<i>Phytophthora sp.</i> , <i>Pythium sp.</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i>) Enfermedades vasculares (<i>Fusarium oxysporum f. Sp.</i> , <i>Lycopersici</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Verticillium albo-atrum</i>)	Alta humedad en el suelo. Periodo crítico de las enfermedades vasculares cuando las condiciones ambientales sean favorables para su desarrollo: <i>Fusarium</i> : $T^{\circ} = 28^{\circ}C$. <i>Verticillium</i> : $21^{\circ}C < T^{\circ} < 25^{\circ}C$.	Propamocarb (1)	- Cubrir balsas y conducciones. - Tratamientos localizados en el cuello de las plantas. - Biofumigación. Solarización. (1) Aplicar 50 días antes de la recolección.
Oídio y Oidiopsis (<i>Oidium neolycopersici</i> y <i>Leveillula taurica</i>)	HR: 70%. $10^{\circ} < T^{\circ}C < 35^{\circ}$, con un óptimo de 26° . En parcelas con antecedentes de esta enfermedad, se podrán realizar tratamientos preventivos, basados en condiciones climáticas y estado de desarrollo de la planta.	Azúfre <i>A.quisqualis</i>	
Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) Podredumbre blanca (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	<i>Botrytis</i> : HR: 95% $17^{\circ} < T^{\circ} < 23^{\circ}C$ <i>Sclerotinia</i> : rangos óptimos de temperatura ligeramente superiores a los de <i>Botrytis</i> .	Botrytis Ciprodinil+ Fludioximil (1). Iprodiona (pintado tallos con harina) (2). Sclerotinia <i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. Viride</i> . <i>Coniothyrium minitans</i> .	- Aplicación de pastas fungicidas en tallos. - Biofumigación. - Solarización tras el cultivo afectado. - (1) Aplicar 45 días antes de la recolección. - (2) Aplicar 40 días antes de la recolección.
Cladosporiosis (<i>Fulvia fulva = Cladosporium fulvum</i>)	Elevada humedad ambiental con ausencia de corrientes de aire	Igual que oídio.	
Alternariosis de las solanáceas (<i>Alternaria dauci f. sp. solani</i>)	- Noches húmedas seguidas de días soleados y temperaturas elevadas. - HR > 90% - $3^{\circ} < T^{\circ}C < 35^{\circ}$ En parcelas con antecedentes de esta enfermedad, podrán realizarse tratamientos preventivos en época de riesgo.	Compuestos cúpricos (1).	(1) 30 días antes recolección.
Bacteriosis Chancro bacteriano del tomate (<i>Clavibacter michiganensis</i>) Mancha negra del tomate (<i>Pseudomonas syringae sp.</i>) Podredumbre blanda (<i>Erwinia carotovora subesp. carotovora</i>) Roña bacteriana (<i>Xanthomonas campestris pv. Versicatoria</i>)	Detección de plantas con síntomas. Presencia de plantas afectadas y condiciones favorables para su desarrollo: - Periodos húmedos - $20^{\circ} < T^{\circ} < 25^{\circ}$ En parcelas con antecedentes de estas enfermedades podrán realizarse tratamientos preventivos en época de riesgo.	Compuestos cúpricos (1).	- Uso de pastas de cobre en heridas y daños en tallo. - Desinfección de las herramientas. - Evitar exceso de vigor de la planta por exceso de nitrógeno. - Cuidado especial en podas (realizar a ras del tallo y con HR no elevada). - (1) 30 días antes de la recolección.

(* Los plazos, desde la aplicación de los productos hasta la recolección, que se indican en la tabla, deben de considerarse exclusivamente a título orientativo, con el fin de conseguir que los residuos estén por debajo de los límites de detección en el momento de la recolección. Puesto que dependiendo de los ciclos de cultivo, cambiarán las condiciones de radiación solar, pluviometría, etc..., estos plazos pueden verse modificados sustancialmente, por lo que deberán de establecerse con precisión para los ambientes de cada zona y dentro de ellas para cada ciclo de cultivo.



Foto 5 (izquierda). Daños de Vasates en tomate. Foto 6 (derecha). Técnicas de biodesinfección de suelos previas a la implantación del cultivo.

El trasplante y la densidad de plantación

La densidad de plantación puede ser una herramienta importante a la hora de favorecer la aireación y en consecuencia a la hora de frenar muchas enfermedades. Aunque la densidad va a depender del tipo de poda que se quiera dar a la planta, en general podremos decir que los requerimientos sanitarios precisan que éste se realice procurando mantener un cultivo aireado en el que penetre la luz, renunciando a altas densidades que podrían incrementar los problemas de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

La poda y el entutorado

En general en el planteamiento de la poda de las plantas de tomate habrá que considerar muy especialmente que:

- Las heridas de poda, especialmente cuando se realiza con brotes mayores de 5 cm y con condiciones de alta humedad, pueden servir de vía de entrada a hongos como *Botrytis cinerea*.
- La no adecuación de la densidad de plantación a la poda puede provocar altas densidades que dificulten la polinización y la aireación del cultivo.

La desinfección constante de los utensilios de podas, así como el asignar a cada parcela sus propios instrumentos, constituye una buena manera de prevenir transmisiones indeseables de plantas enfermas a sanas antes de que los síntomas se hayan hecho visibles. Estas medidas son especialmente importantes en el caso de las bacterias, que en general son de fácil transmisión por contacto.

La fertilización

Existen muchas formas de fertilización de acuerdo con el tipo de cultivo (con suelo o sin suelo), con el tipo de riego (goteo o a manta), con el ciclo del tomate, etc. En general, una buena prevención sanitaria requiere que:

- Se eviten, a toda costa, los excesos de N, ya que afectan a la calidad del fruto y favorecen muchas enfermedades.

- Tener en cuenta que se considera que las bajas temperaturas pueden afectar a la nutrición del tomate, especialmente a la absorción del fósforo.

- Vigilar la calidad del cuajado, ya que éste constituye un punto crítico en ciclos de invierno, para lo cual habrá que vigilar la eficacia de los abejorros o insectos polinizadores. La presencia de plantas melíferas como la phacelia, umbelíferas, etc., pueden contribuir a mantener de forma natural unos buenos niveles de polinización.

- La presencia de micorrizas asociadas a las raíces, deberá constituir un objetivo a plantear desde la fase de semillero, ya que éstas pueden contribuir de manera sustancial tanto a minimizar las aportaciones de fertilizantes (especialmente fósforo), como a dotar a la planta de una mayor capacidad de respuesta a estrés y a enfermedades.

El injerto

Su utilización está siendo desarrollada con gran rapidez utilizándose distintos patrones para injertos de tomates con el fin de buscar vigor, resistencias o tolerancias de las plantas frente a distintos problemas relacionados con el suelo.

Además, los patrones que se utilizan para el injerto presentan en general mayor facilidad y capacidad para la micorrización que las variedades mejoradas.

La rotación

Desde hace tiempo sabemos que muchos problemas, especialmente de origen telúrico, desaparecerían o se minimizarían, aplicándose sencillamente una rotación con otro cultivo. Por lo tanto parece razonable plantear la rotación como norma básica para alcanzar el objetivo de residuo cero. En todo caso se pueden incluir entre ciclos de tomate plantas crucíferas o forrajeras para su enterrado que harán las veces de cultivo intercalado.

En muchos casos esta práctica lleva asociados otros beneficios no menos importantes; por una parte el suelo puede mantener su actividad biológica y en consecuencia su capacidad de filtro de numerosas plagas y enfermedades, que verán mermadas sus poblaciones y/o capacidad infectiva, y por otra muchos de los vectores que se instalan en el cultivo intercalado pueden limpiarse de los virus que porten, especialmente si se trata de cultivos no sensibles a dichos agentes infectivos.

La utilización de materia orgánica

La introducción progresiva de una cubierta vegetal y la aportación de materia orgánica va a servir a corto y medio plazo para evitar la fatiga de los suelos y va a permitir que la actividad biológica de los mismos pueda perdurar en el tiempo, con los consiguientes beneficios para el cultivo. ●