

Control de patógenos de origen telúrico presentes en los cultivos

Existen procedimientos de control químicos, físicos, biológicos y técnicas agronómicas

Con patógenos de origen telúrico o edáfico nos referimos a aquéllos establecidos en plantaciones en suelo natural, suelo modificado o en cultivos sobre sustratos. Se pueden clasificar según afecten a la raíz, cuello o base del tallo, siendo indiferentes a la presencia de agua libre o actuando únicamente en condiciones de encharcamiento, o afectar al sistema vascular, entre los que se encuentran el conocido *Verticillium dahliae* o la compleja especie denominada *Fusarium*.

M. de Cara¹, F. Diáñez¹, D. Palmero² y J.C. Tello¹.

¹ Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería.

² INIA. Dirección Técnica de Evaluación de Variedades y Laboratorios. Madrid.

En esta concepción caben los cultivos enarenados que se practican, fundamentalmente, en las provincias de Granada y Almería, y cuya superficie ronda las 35.000 ha aproximadamente. Una mención muy especial merecerán los cultivos sin suelo, no enarenados, dada la actual tendencia a utilizarlos con o sin causa justificada. Es un hecho que la superficie agrícola destinada al cultivo sin suelo es cada vez mayor en nuestro país, y más concretamente en la zona del sudeste (actualmente la superficie estimada es de 4.800 ha), donde los sistemas hortícolas alcanzan su mayor grado de tecnificación. Estos

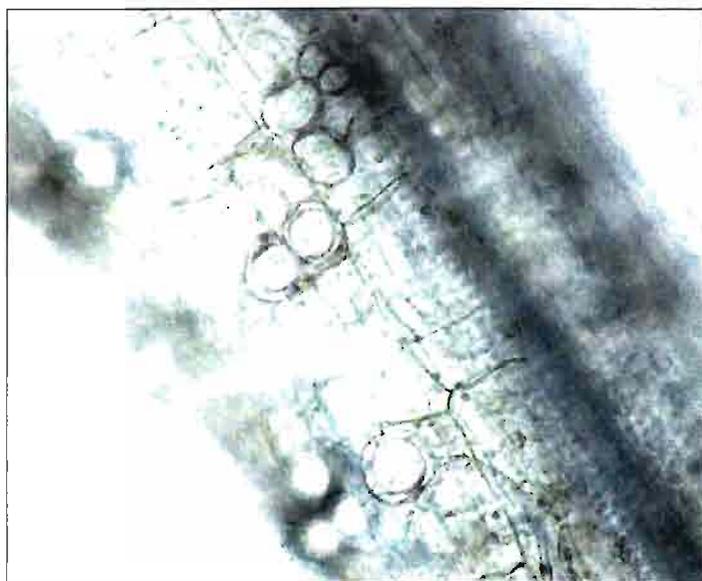


Foto 1. Quiste de *Olpidium bornovanus* en raíz de melón.

sistemas de cultivo sin suelo, apoyados en sustratos inertes (de origen orgánico o inorgánico) o en soluciones nutritivas líquidas (NFT, NGS), configuran un ambiente en la zona de asiento de las plantas diferente al de un patosistema tradicional, al quedar sustituido el suelo por aquellos sustratos o soluciones. Es esta modificación del ambiente una de las razones esgrimidas por algunos técnicos y agricultores para motivar la transición a cultivo sin suelo desde explotaciones en las que los problemas de origen telúrico se presentan irremediables. Se podría pensar que los sustratos y soluciones nutritivas, al ser inertes, no irían a constituir una fuente de inóculo, por impedir el crecimiento saprofito de los microorganismos patógenos. Además, estos sustratos llegan esterilizados o desinfectados a la explotación, lo que reforzaría este pensamiento. Nada más lejos de la realidad. La experiencia nos enseña cómo los problemas fitopatológicos persisten en los sistemas de cultivo sin suelo y no son esencialmente diferentes de los que ocurren en el suelo.

Tradicionalmente se han establecido como parásitos que tienen su origen en suelo aquellos que afectan, primordialmente, a las raíces y al sistema vascular de las plantas. Este hecho no es tan simple y existen numerosos ejemplos que confirman la excepción. El virus del cribado de las plantas de melón y sandía se exterioriza en la parte aérea del cultivo y lo hace gracias a que es transmitido por un hongo del suelo del género *Olpidium* (foto 1). Sin embargo, seguiremos la enumeración de patógenos de acuerdo a lo que es tradicional.

Los hongos que afectan a las plántulas en los almácigos son, habitualmente, los del género *Pythium* y *Rhizoctonia solani*. Sin embargo, otros que se exteriorizan en pleno cultivo son susceptibles de afectar a las plántulas en los semilleros. Tal es el caso de diversas especies de *Phytophthora* o incluso de hongos habitualmente aéreos que actúan produciendo la podredumbre del cuello de las plantas, como es el caso de *Alternaria dauci* f. sp. *solani*. Lo más importante de estos hongos de los semilleros no son sus exteriorizaciones durante el período de producción de plántulas. Lo peligroso es la posibilidad de que dicho material vegetal sea asintomático frente a estos patógenos en dicho periodo, pero que actúen más tarde, en el trasplante o en el desarrollo posterior de los vegetales.

Los actuales planteles para producción de plántulas pueden ser vehiculadores de enfermedades del suelo de manera extraordinariamente amplificada. Ciertamente, la normativa legal desde el punto de vista sanitario, de obligado cumplimiento para estas instalaciones, es bastante estricta. Pero la rigidez no sirve cuando la normativa legal para las semillas de hortalizas que se ven-



Foto 2. Síntomas de *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis* en tallo de tomate.

den con la denominación de autorizadas es muy laxa. Un ejemplo que ha costado un enorme esfuerzo y cantidad de dinero es el referente a las semillas de tomate portadoras de la bacteria *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis* ocurrida en los últimos años en los tomates de Canarias y Almería (foto 2). En este caso concreto, se une a la dispersión de la enfermedad el hecho de la práctica de injerto en tomate. Una semilla contaminada por la bacteria puede dar lugar a una planta enferma, pero si de una semilla se obtiene una planta de la cual se cortan fracciones para injertar, el inóculo original puede multiplicarse hasta por cuatro a



Foto 3. Síntomas de *Phytophthora parasitica* en raíces de tomate.

partir de una semilla. La indefensión de los semilleros se debe a que las semillas de tomate no son susceptibles de un precontrol, y sólo en el caso de demostrarse daños graves en el campo se autoriza un postcontrol, es decir, análisis previos que demuestren el estado sanitario de las semillas. Pero estos análisis no son la panacea, puesto que existe muy poca información publicada sobre la metodología analítica y la representatividad de la muestra para los parásitos, y muy especialmente para hongos, bacterias, virus y otras partículas infectivas. En los semilleros hay otra fuente importante que debería vigilarse: los sustratos empleados para pro-



EMPRESA CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD CERTIFICADO POR DNV =ISO 9001:2006=

2006
40



MultiFarmer

MULTIFARMER

MultiFarmer™ es un manipulador telescópico revolucionario que ofrece unas prestaciones polivalentes exclusivas en zootécnica, laboreo, tracción, desplazamiento, accionamiento de implementos y elevación.

ENGANCHE DE TRES PUNTOS Y TOMA DE FUERZA

LA GAMA MULTIFARMER OFRECE MUCHO MÁS

- Altura de elevación hasta 9 metros
- Motor 4 cilindros turbo de 84 kW
- Velocidad máxima 40 km/h

 **MERLO**

La supremacía de las ideas

MERLO IBERICA S.A.

ducir plantas, en la actualidad, esencialmente turba. Pero este tema ocuparía demasiado espacio en este breve artículo.

Los parásitos que afectan a las plantas en el terreno de asiento definitivo, considerando sólo las ocho hortalizas que se cultivan en el sudeste (tomate, pimiento, pepino, melón, sandía, calabacín, berenjena y judía), son numerosos y una muestra de ellos se presenta en el **cuadro I**. Por lo tanto, nos vamos a referir a ellos agrupándolos por los síntomas y daños que producen, haciendo algunas reflexiones sobre el manejo de las enfermedades que ocasionan, para que el lector saque sus propias conclusiones.

- Parásitos que pudren las raíces, el cuello y la base del tallo de las plantas

Géneros *Phytophthora*, *Pythium*, *Olpidium*

El primer grupo tiene como denominador común el agua libre en el suelo. La razón de su gravedad estriba en el comportamiento biológico de los agentes causales, que se reducen a los géneros *Phytophthora*, *Pythium* y *Olpidium* (**foto 3**). Están caracterizados por poseer esporas asexuales nadadoras, llamadas zoosporas. Las zoosporas son producidas en unos cuerpos fructíferos denominados esporangios, que pueden contener decenas de zoosporas (cien zoosporas en el caso particular de *Plasmopara lactucae-radicis*). Se estima que en un solo centímetro de raíz de lechuga infectada por este oomiceto puede haber cuarenta esporangios. Si consideramos que la longitud total de las raíces de



Foto 4. Síntomas de *Fusarium oxysporum f. sp. radicle-cucumerinum* (obsérvense sobre el tallo las fructificaciones del hongo, que adquieren un tono asalmonado).



Foto 5. Agallas de *Meloidogyne incognita* en raíces de clavel.

CUADRO I. AGENTES INFECCIOSOS AISLADOS DE RAÍCES DE PLANTAS PROCEDENTES DE CULTIVO SIN SUELO

Patógeno	Planta afectada
Nematodos <i>Meloidogyne incognita</i>	Tomate*
Bacteria <i>Clavibacter michiganensis</i> subs. <i>michiganensis</i> <i>Ralstonia solanacearum</i> (<i>Pseudomonas solanacearum</i>) <i>Erwinia</i> spp.	Tomate Tomate Tomate
Fungi <i>Chalara elegans</i> <i>Colletotrichum coccodes</i> <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> <i>F. o. radicle-lycopersici</i> <i>F. o. melonis</i> <i>F. o. cucumerinum</i> <i>F. o. radicle-cucumerinum</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Verticillium dahliae</i>	Melón Tomate Tomate Tomate Melón Pepino Pepino Melón Tomate
Chromista <i>Phytophthora cryptogea</i> <i>Phytophthora parasitica</i> <i>Plasmopara lactucae-radicis</i> <i>Pythium aphanidermatum</i> <i>Pythium debaryanum</i> <i>Pythium dissotocum</i> <i>Pythium intermedium</i> <i>Pythium irregulare</i> <i>Pythium sylvaticum</i> <i>Pythium ultimum</i> <i>Olpidium bornovanus</i> <i>Olpidium brassicae</i>	Tomate, pepino Tomate Lechuga Pepino, tomate, lechuga Tomate Pepino Pepino Pepino Tomate Tomate, lechuga Melón Lechuga
Virus <i>Lettuce big vein virusa</i> <i>Melon necrotic spot virusb</i> Tomato mosaic virus Cucumber green mottle mosaic virus	Lechuga Melón Tomate Pepino

* Encontrado en Murcia (Lacasa y Bello, 2003. Comunicación personal).

a) Transmitido por *Olpidium brassicae*.

b) Transmitido por *Olpidium bornovanus*. Adaptado de Stanghellini y Rasmussen, 1994 y Jarvis, 1998.

una misma lechuga alcanza veinte metros, nos podemos hacer una idea del poder explosivo de propagación de estos seres: ocho millones de zoosporas por planta. Se sabe que una zoospora mantiene su capacidad de movimiento durante 24 horas. Una vez que sale del esporangio, si hay agua libre en el medio, localiza una raíz mediante quimiotactismos, hasta que la penetra e infecta. Si las condiciones son las óptimas, esto tiene lugar en 5 minutos. Una vez dentro del tejido radical, el hongo vegeta y se reproduce asexualmente. Volvemos a tener una zoospora de neogénesis en menos de 12 horas, dependiendo de la especie de oomiceto y de las condiciones en el ambiente suelo. Agua libre en el suelo es sinónimo de agravamiento de la enfermedad. Los tratamientos de desinfección del suelo serán muy poco eficientes si el agua de riego no se controla. La misma naturaleza de las paredes celulares de estos hongos los hacen inmunes a los fungicidas que son activos para el resto de los hongos, siendo solamente recomendables los especificados con actividad para ficomicetos. Todavía más, la adición de fungicidas al agua de riego de los fitosanitarios activos contra ellos son poco eficaces, puesto que el suelo los deja inhabilitados en su mayor parte.

Géneros *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* y *Pyrenochaeta* y otros

El segundo grupo se refiere a hongos que son, por decirlo de una manera sencilla, indiferentes al encharcamiento del suelo.

EXPO AGRO-ALMERÍA dossier

Entre otros, podríamos citar a *Fusarium solani*, diversas formas de *Fusarium oxysporum* (v.g. *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (foto 4), *Sclerotinia* en sus diversas formas (v.g. *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotium cepivorum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*), *Rhizoctonia solani*, *Pyrenochaeta lycopersici*, y muchos más). Cada uno de estos hongos tiene un comportamiento que determina su manejo en suelo. Y es necesario conocerlo. Por ejemplo, *P. lycopersici* y las diversas *Sclerotinias* se van a presentar en períodos de tiempo frío, días cortos y de baja luminosidad, quizás por esta razón no son importantes en el sudeste español. *P. lycopersici* tiene un parasitismo débil y es más un indicador de suelos fatigados por la repetición del cultivo que por otras razones.

Género Meloidogyne

El tercer grupo se referiría a los nematodos formadores de nódulos, que en nuestras latitudes son del género *Meloidogyne*. Su sintomatología y daños son fácilmente reconocidos por agricultores y técnicos: la formación de raíces con abultados nódulos que pueden llegar a hacer morir las plantas. La especie más común en nuestros cultivos de tomate, melón, pepino y pimiento es *M. incognita* (foto 5). El conocimiento de su biología, es decir, el número de veces que se reproduce durante la temporada de cultivo, es esencial para su manejo, y está muy relacionada con la temperatura del aire.

- Parásitos que afectan al sistema vascular de las plantas

Entre los micromicetos que originan la funcionalidad del xilema de las plantas podríamos citar al polífago *Verticillium dahliae* (que origina la micosis conocida como verticiliosis) (fotos 6 y 7) y a la compleja especie denominada *Fusarium oxysporum*, que es una forma morfológica uniforme con más de 86 especializaciones parasitarias que son muy específicas. Por poner un ejemplo, *F.o. f. sp. melonis* sólo produce la fusariosis vascular del melón y no es capaz de enfermar a otra especie vegetal diferente. Este conocimiento debería ser suficiente para que los técnicos supiesen que cambiando de especie vegetal el parásito no se exterioriza. Pero bajo los invernaderos las demandas comerciales son obstinadas y pagan mejor el melón que el posible cultivo alternativo. Existe la posibilidad de seguir cultivando melón utilizando cultivares con genes de resistencia vertical a dicho parásito, pero la resistencia es realmente poco duradera, y ya se han generado cuatro razas diferentes de *F.o. f. sp. melonis*. Y conste que no hay más patotipos porque los fitomejoradores han dejado de introducir genes de resistencia vertical. Es sólo un ejemplo. Las otras 85 formas especializadas funcionan de igual manera. Y no está nada mal para una especie tan estricta en su parasitismo como amplia en su saprofitismo. Es necesario conocer el saprofitismo, puesto que de ello depende su conservación y está directamente relacionado con la eficacia de los métodos de control. Una especie, como es *F. oxysporum*, capaz de conservarse y sobrevivir en los fondos marinos del Mediterráneo, en las arenas de sus playas, en las balsas de riego de Almería, o en cualquier suelo de monte, o en cualquier polvo arrastrado desde el desierto del Sahara, tiene, como el lector entenderá, un complejo control. Control que es imposible cuando la planta está enferma, debido a que el hongo se encuentra instalado en su interior. Y la sistemática de los fungicidas se ha mostrado incapaz de darnos un apoyo medianamente soportable. La conclusión de todo esto para un técnico es ir a la eliminación de las fuentes de inóculo, de las cuales la más maltratada ha sido el suelo, a través de planificaciones simplistas de



SI QUIERE CONOCER TODO



LO QUE EL SULFATO POTÁSICO



OPORTE A SU CULTIVO.



ADQUIERE UN SACO DE VENTILAS.



- El sulfato potásico mejora la calidad y la conservación de las cosechas
- Aumenta el rendimiento y la resistencia a enfermedades, sequías y heladas.
- Facilita la formación de los órganos de la planta ricos en azúcares y agua.
- Proporciona una mayor firmeza y una mayor coloración.
- Favorece el aumento y la homogeneidad de los calibres.
- Evita riegos para las plantas sensibles o poco tolerantes al cloro.
- Solucros es un fertilizante ácido cuya pureza y solubilidad le hacen especial para la fertirrigación.



Ciudad de San Sebastián, 17, 3º, 48014 Muskiz (Leizor) Tel.: 943 913 600 (18 l. l. l.) Fax.: 943 913 601 (17 l. l.)

Solucros
Su cultivo se lo agradecerá

Potasas y Derivados, división de Tessenderlo Chemie España TCE, S.A.

causa-efecto: «desinfecto el suelo que está infectado y así erradico el hongo». La primera noción que se debe tener es que esterilizar un suelo es algo muy difícil y que no se logra con los procedimientos que están al uso en horticultura. Lo segundo es que un suelo completamente estéril es totalmente improductivo. Lo único que se consigue con las desinfecciones de suelo habituales es disminuir la densidad de inóculo en el suelo, merma que no alcanza a la protección completa durante los cinco o seis meses que dura el cultivo de hortalizas más largo. Esta reflexión debería ser suficiente para, basándose en los numerosos fiascos habidos en el campo, plantearse un manejo adecuado del suelo.



- Procedimientos químicos

Paradigmático entre ellos ha sido el uso del bromuro de metilo, hoy en día retirado de usos, excepto en los usos críticos autorizados para el pimiento en el campo de Cartagena en Murcia, los cultivos de flor cortada y el fresón. Usos críticos que tienen una temporalidad marcada, es decir, que se acabarán. Es sabido que el Protocolo de Montreal determinó la eliminación de este buen fumigante del suelo por los daños inferidos a la capa de ozono estratosférico.

Como sustituto del bromuro de metilo ha sido preconizado el dicloropropeno más cloropicrina, autorizado provisionalmente para tomate, pimiento y fresas, no para otros cultivos. Su eficacia está en evaluación y dependerá de las investigaciones que se están realizando.

El metam sodio es conocido, como también lo es su parcialidad frente a muchos de los patógenos del suelo. Su eficacia se ve claramente incrementada cuando se combina con la solarización utilizando dosis reducidas.

La cloropicrina, autorizada provisionalmente, está en proceso experimental para establecer su eficacia real.

El resto de los tratamientos de desinfección química (formaldehído y otros) e incluso el de la utilización de fungicidas al suelo, tienen, por la experiencia adquirida, una eficacia pequeña.

- Métodos físicos y biológicos

Los métodos físicos de desinfección son bastante conocidos. La carestía del vapor de agua y la parcialidad de la solarización creemos que definen suficientemente a ambos procedimientos.

Recientemente, algo impensable hace pocos años en el manejo de las enfermedades de origen telúrico ha motivado numerosas y brillantes experiencias en todo el planeta. Nos estamos refiriendo al uso de la materia orgánica poco descompuesta como método para el manejo eficaz de las enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias, nematodos, virus y otras partículas infectivas. Genéricamente se denomina al procedimiento "biofumigación". Una variante muy útil es la biosolarización, es decir, añadir la solarización al proceso de biofumigación. Esto, que parece novedoso, puede que no lo sea tanto. El cultivo enarenado de Almería y Granada, o el de Lanzarote, encierran en sí mismos una biofumigación, ya descrita en el siglo XIII por el agrónomo almeriense Ibn Luyun.

- Técnicas agronómicas

Muy utilizados, y cada vez más extendidos, son los usos de injertos en hortalizas. Nada nuevo. Referencias históricas sitúan



Foto 6. Síntomas vasculares *Verticillium dahliae* en tallo de tomate.



Foto 7. Síntomas de marchitez y amarilleamiento ocasionados por *Verticillium dahliae* en cultivo de berenjena.

estas técnicas en el Oriente hace más de mil años. Su eficacia es tan notable en sandía para controlar la fusariosis vascular y el virus del cribado (MNSV), que está generalizado en todo el litoral mediterráneo de España. El hecho se comenta solo. En la actualidad el injerto en tomate y en pimiento para el control de patógenos, aparte del incremento de productividad, es una realidad.

Como práctica agronómica puede considerarse el uso de los cultivos fuera del suelo (perlita, lana de roca, fibra de coco, etc). Desde nuestro punto de vista, no es un método útil para asegurarnos la ausencia de enfermedades de origen telúrico. Es más, esta forma de cultivar está dando lugar a la aparición de nuevas especializaciones parasitarias. Véase a tal efecto el **cuadro I**.