

# Los cultivos hidropónicos y la desinfección de sustratos

Los cultivos hidropónicos, mejor alimentados, poseen mayores defensas ante enfermedades

**E**n principio, parece razonable suponer que las diferencias en la incidencia de las enfermedades causadas por hongos y bacterias que se desarrollan sobre las plantas cultivadas en un sistema hidropónico serán mínimas con respecto a aquellas que lo hacen sobre los cultivos que crecen en el suelo. No obstante, muchas enfermedades que están ligadas a ciertos desordenes nutritivos o incluso a determinadas condiciones medioambientales, pueden manifestarse con distinta intensidad según el medio en que son cultivadas. Por ejemplo, si se trabaja con un sistema cerrado, recirculando la solución nutritiva, tenemos menos humedad relativa en el ambiente de la que tendríamos en el mismo invernadero si se cultivara en el suelo.

En general admitiendo que las plantas reciben una nutrición más equilibrada en hidroponía, podemos afirmar que están mejor preparadas frente a la posibilidad de ser infectadas por patógenos que pueden causar daños importantes en horticultura.

Tengamos en cuenta que muchos hongos penetran en la planta sana a través de la cutícula, de heridas o por los estomas. Cuando lo hacen a través de los estomas o directamente atravesando la epidermis, las esporas de estos hongos, una vez que han germinado sobre la superficie del huésped y se han fijado sobre él, desarrollan una clavija en la hifa (tubo de germinación de la espora) que penetra hasta los tejidos situados debajo de la superficie de la epidermis. En algunos casos, esta penetración puede realizarse por simple presión, pero otras veces esta clavija es capaz de producir enzimas que digieren la cutícula. Cuando la cutícula es fuerte o resistente esta penetración no es posible y, salvo que tengamos heridas en la superficie del huésped, la colonización no tiene éxito.

La concentración de asimilados solubles, azúcares y aminoácidos, bajo la epidermis de la planta es un factor que facilita las fases de penetración y crecimiento del parásito. En las hojas, la concentración de asimilados solubles aumenta considerablemente

*La desinfección de los sustratos solamente conviene en el caso de estar seguro de su contaminación. En caso contrario, no es aconsejable, puesto que así se destruye toda la vida microbiana del sustrato.*

**Evaristo Martínez y José M. Durán.**

Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia.  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.  
Universidad Politécnica de Madrid.

cuando se produce el siguiente tipo de desequilibrios: exceso de nitrógeno y carencias de calcio, potasio o boro.

La actividad de las enzimas que el hongo es capaz de segregar para facilitar la pene-

tración a través de la epidermis de la planta, es fuertemente inhibida por el calcio. Tanto este factor, como la resistencia que ofrece la epidermis a la penetración del parásito, están muy ligados a este elemento que es responsable de la firmeza de la pared celular y de la estructura de los tejidos de la planta.

El silicio también tiene efectos inhibitorios para el desarrollo de enfermedades. Por ejemplo, el oidio del pepino (Adatia y Besford, 1986; Samuels et al., 1991) y otros hongos (Cherif et al., 1994). A pesar de no estar reconocido como un elemento esencial para la nutrición mineral de las plantas, hay autores que recomiendan añadir silicio en la solución nutritiva. Así, Lynette Morgan recomienda añadir 21 ppm de silicio en la solución nutritiva para melón, pepino y lechuga en forma de silicato potásico. Otros elementos que también se consideran beneficiosos son el selenio y el cobalto, que al igual que el silicio, pueden encontrarse tanto en el agua como en los fertilizantes minerales en forma de impurezas. Parece necesario investigar



Estrias producidas por el virus de las manchas necróticas del melón (MNSV), conocido como "virus del cribado del melón".

más sobre los efectos que estos elementos producen en las plantas y las dosis necesarias que eventualmente habría que incorporar a las soluciones nutritivas.

### Enfermedades parasitarias causadas por hongos que afectan a la raíz

Se conocen con el nombre de enfermedades del suelo y, en principio, en un cultivo sin suelo, podemos pensar que, al no estar las plantas en contacto con él, no le afectan. Incluso hay autores que mencionan la ausencia de este tipo de enfermedades como una de las ventajas de los cultivos sin suelo. Desafortunadamente, esto no es exactamente así.

Cuando se emplean como sustratos materiales de origen natural que no sufren procesos que aseguren su desinfección, por ejemplo las turbas, cabe la posibilidad que contengan patógenos. Solamente en el caso de otros materiales que se someten a altas temperaturas, incluso superiores a 1000 °C en el curso de su fabricación, se puede afirmar que están exentos de microorganismos patógenos. Pero esto es únicamente cierto al terminar el proceso de fabricación, ya que, una vez instalados en el campo, se pueden contaminar.

En el caso que se utilicen materiales estériles, la aparición de enfermedades depende exclusivamente de la introducción del patógeno en el sustrato. Pero tengamos en cuenta que una vez que el patógeno está presente, dispone de un medio estéril y por tanto carece de competencia para colonizarlo. De ahí, la importancia que tiene la aplicación de métodos preventivos.

El grado de facilidad o dificultad que encuentra un patógeno para colonizar el medio de cultivo dependerá de varios factores:

- Condiciones del medio. Sanitarias y climatológicas.
  - La forma de diseminación del patógeno.
  - Sistema hidropónico empleado.
  - Según el potencial de infección que representan, podríamos dividir las contaminaciones en dos grandes grupos: puntuales y generales. Las primeras sólo tienen capacidad para afectar a un número reducido de plantas, mientras que las segundas podrían llegar a afectar a todo el cultivo.
- Las fuentes de inóculo más comunes son:
- El agua puede producir contaminaciones generales por medio del riego. Cuando



**Daños producidos por *Fusarium oxysporum* f. sp. melonis, en un cultivo de melón en perlita.**

las balsas que se utilizan para almacenar el agua de riego no están cubiertas o reciben el agua por medio de canalizaciones abiertas, pueden contaminarse; sobre todo cuando estamos en zonas de altas densidades de cultivo. En Almería, *Pythium* spp. se ha aislado del polvo depositado en los techos de los invernaderos y en el agua almacenada en las balsas de riego (Gómez, 1993). Asimismo, cuando se recoge el agua de lluvia del techo del invernadero para utilizarla en el riego de los cultivos, se corre el riesgo de introducir patógenos en el cultivo. El agua también puede ocasionar contaminaciones puntuales, cuando mediante salpicaduras introducimos el inóculo en un contenedor de cultivo.

- El viento produce contaminaciones puntuales, depositando el inóculo en el medio de cultivo y también generales, depositándolo en la balsa de riego o en el techo de los invernaderos.

- Las labores de poda, recolección y limpieza, realizadas por operarios, cuando no se toman medidas preventivas de desinfección.

- Las herramientas de trabajo.
- Las semillas y los semilleros, expendiendo plantas enfermas.
- El suelo de los invernaderos puede ser

otra fuente de contaminación. En el caso que contenga patógenos, estos pueden llegar a las plantas sirviéndose de alguna de las fuentes de inóculo mencionadas y colonizar las raíces del cultivo. Un buen ejemplo son los hongos de la especie *Fusarium oxysporum*. Estos hongos pueden mantenerse durante años en los invernaderos, no solamente en el suelo, sino también en los soportes de madera u otros albergues en forma de esporas resistentes (clamidosporas) a las condiciones más adversas y así son capaces de resistir varios años hasta que el medio vuelve a ser favorable para su desarrollo.

### Enfermedades más comunes causadas por hongos del suelo

- *Pythium* spp.
- *Phytophthora* spp.
- *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*.
- *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*.
- *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

### Enfermedades parasitarias causadas por virus

Si tenemos en cuenta que las enfermedades causadas por virus en las plantas se transmiten por insectos, contacto, semillas u otros microorganismos, solamente en el caso de aquellas que fueran transmitidas por hongos del suelo cabría esperar algunas diferencias en la manifestación de estas enfermedades con respecto a las que afectan a los cultivos que se desarrollan sobre suelo. Esta diferencia ocurrirá siempre y cuando, mantengamos el sustrato libre de organismos transmisores.

### Enfermedades no parasitarias

Son aquellas que se producen en función de la presencia de determinados desordenes fisiológicos y, de la misma forma que sucede con las enfermedades parasitarias, también se ven favorecidas o perjudicadas según sea el medio de cultivo empleado.

Producen síntomas apreciables tanto en la parte aérea como en el sistema radical. Estos últimos se agrupan bajo la denominación común de "perdida de raíz" ("root death"). Normalmente, estos desordenes influyen negativamente en los síntomas de las enfermedades causadas por patógenos y es-

tán directamente relacionados con:

- Toxicidad debida a tratamientos fitosanitarios.
- Régimen de riego inadecuado.
- Altas concentraciones salinas.
- Desequilibrios nutritivos, carencias o toxicidades.
- Temperaturas extremas.
- pH muy bajos.

También producen diversos problemas en los frutos de las plantas afectadas. Algunos de los más comunes son: "Blotchy ripening" (zonas que no viran a rojo al madurar), "Sunscorch o Sunscald" (golpe de sol), "Blossom end rot" (podredumbre apical), "Hollowness o Boxiness" (fruto hueco) y "Cracking" (presencia de grietas en la piel).

### Recomendaciones antes de instalar un cultivo sin suelo

1. Si el invernadero ha sido utilizado y se ha detectado alguna enfermedad, es imprescindible desinfectar tanto el suelo como las estructuras.
2. Cubrir el suelo con plástico.
3. Es aconsejable tener un pediluvio con una solución desinfectante a base de sulfato de cobre a la entrada del invernadero.
4. Cubrir la balsa de riego de modo que permanezca herméticamente cerrada y recibir el agua entubada.
5. Mantener tanto el invernadero como sus alrededores limpios de malas hierbas.
6. No abandonar residuos vegetales en lugares próximos al invernadero.
7. Desinfectar las herramientas con fosfato trisódico o lejía.
8. Controlar la procedencia de las semillas y el estado sanitario de las plantas que utilizamos.
9. Eliminar rápidamente las plantas enfermas susceptible de contaminar a otras sanas.
10. Formar adecuadamente al personal para evitar que los operarios sean el vehículo de contaminación.

### Desinfección de los sustratos

Solamente en el caso de tener la certeza de que un sustrato está contaminado y de conocer la técnica de desinfección que requiere para erradicar el problema planteado, debemos desinfectar el sustrato. Las raíces de las plantas segregan diversas sustancias que forman un medio favorable para un gran número de mi-

## Hay que tener en cuenta los diversos agentes contaminantes como son: viento, herramientas, semillas utilizadas, etc.

croorganismos que resultan beneficiosos para la planta. No es aconsejable desinfectar sistemáticamente el sustrato, al hacerlo destruimos toda la vida microbiana tanto si es beneficiosa como si no lo es: si posteriormente se introduce un patógeno en el sustrato, éste se encontraría con unas magníficas condiciones para desarrollarse, pues mediante la desinfección se habrá eliminado toda la competencia posible para colonizar el sustrato.

### Metodos de desinfección

Si tenemos necesidad de desinfectar un sustrato, el método más eficaz es aplicar vapor de agua durante 5 min a 95-100 °C ó 15 min a 80-90 °C.

La aplicación de productos químicos es muy popular en nuestro país. Un producto ampliamente utilizado es el Metan-sodio que es muy fácil de incorporar mediante el sistema de riego.

Si tenemos que desinfectar material o herramientas podemos utilizar lejía. En este caso, si utilizamos el producto comercial hay que tener presente que la riqueza en hipoclorito sódico puede variar sensiblemente en función del tiempo transcurrido desde su fabricación y la hermeticidad del envase. También se puede utilizar una solución de formol del 3 al 5 % (Gómez, 1993). El formol es un producto adecuado para desinfectar las estructuras y plásticos del interior del invernadero. Los mejores resultados se obtienen con temperaturas superiores a 15 °C, con una humedad relativa en torno al 70 %. Se debe permitir que el producto actúe durante al menos veinticuatro horas y posteriormente ventilar las instalaciones durante veinticuatro horas antes de utilizar el invernadero. Tengamos presente que el formol es un producto tóxico que debe ser manejado por personal preparado. Es importante considerar la presencia de cultivos establecidos que estén próximos, pues podrían verse afectados por el tratamiento.

Al contrario que los fungicidas, los desinfectantes han sido desarrollados para ser aplicados cuando no hay plantas y hay que tener en cuenta que no deben dejar residuos fitotóxicos o al menos éstos deben eliminarse con facilidad mediante un lavado. También deben aplicarse siguiendo escrupulosamente las recomendaciones del fabricante o de los técnicos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Adatia, M. H. and Besford, R.T. 1986. The effect of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany*, 56, 343-351.
- Cherif, M., Menzies, J., Ehret, D., Boganoff, C. and Belanger, R. 1994. Yield of cucumber infected with *Phytophthora aphanidermatum* when grown with soluble silicon. *HortScience*, 29, 896-897.
- Gómez, J. 1993. Enfermedades de las hortalizas en cultivo hidropónico. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. Instituto de Estudios Almerienses y Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería.
- Morgan, L. 1999. Hydroponic lettuce production. Casper, Narrabeen, Australia. 111 p. ISBN: 0 9586735 2 7.
- Samuels, A. L., Glass, A. D. M., Ehret, D. L. and Menzies, J. G. 1991. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. *Plant Cell and Environment*, 14, 485-492.

### Agradecimientos:

A D. Julio Gómez Vázquez, investigador del Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera (Almería), por el material fotográfico cedido para la publicación de este artículo.



Necrosis en el hipocotilo de una planta de pepino producida por *Phytophthora* spp. sobre un cultivo en perlita.