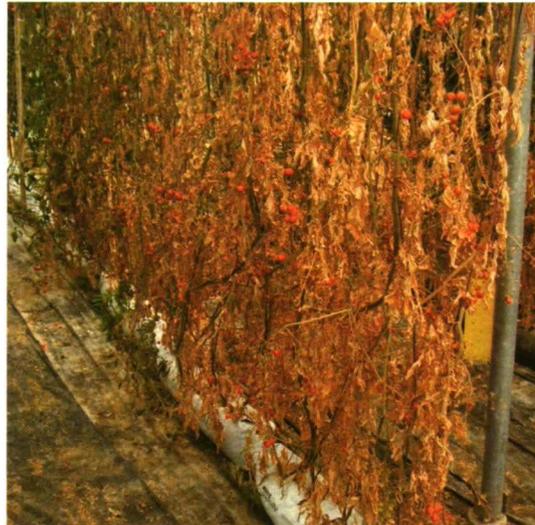


Bioseguridad a través del agua de riego en la horticultura protegida

Eficacia de los peróxidos y peracéticos en la desinfección y oxigenación del agua de riego

El aislamiento físico de los invernaderos reduce considerablemente el riesgo de enfermedades y plagas en su interior. Sin embargo, el agua de riego, tanto la que proviene de diversas fuentes naturales como aquella tratada en depuradoras urbanas, supone uno de los riesgos fitosanitarios potenciales que se han de asumir en estos agrosistemas. En este artículo se aportan distintas soluciones para atajar el problema, desde los puntos físico, químico y biológico.



Muerte masiva por *Phytophthora* sp en un cultivo de cherry en perlita a la izquierda. A la derecha se puede observar los efectos de *Fusarium* sp sobre un cultivo de pepino.

Miguel Urrestarazu¹, María del Carmen Salas Sanjuán¹, Pilar Carolina Mazuela² y Encarnación Morales Torres³

¹Universidad de Almería. Dpto. Producción Vegetal.

²Universidad de Tarapacá. Chile

³Centro de Estudios de Bioseguridad.

Se puede considerar la bioseguridad en un invernadero como un programa global de sanidad que esté diseñado para evitar la entrada y propagación de enfermedades en el sistema. Esto se entiende mediante el control de todos y cada uno de los vectores posibles: los insumos, incluyendo el agua de riego, el polvo y el aire, así como todos los movimientos de entrada susceptibles de introducir algún tipo de propágulo.

En una horticultura protegida extremadamente cuidadosa con el aislamiento físico de la infraestructura de los invernaderos, el agua de fertirrigación ha pasado a ser uno de los potenciales riesgos fitosanitarios. Es bien conocido que las medidas físicas deben primar sobre las químicas, por tanto se pretende, a través de la hermeticidad, evitar la propagación de enfermedades y plagas en detrimento de las necesidades de aplicaciones curativas. Sin embargo, aunque es clásica y bien conocida la supervivencia indefinida de innumerables patógenos en el suelo no desinfectado entre cultivo y los restos de vegetación, muchas veces no somos conscientes de la sempiterna presencia generalizada y abundante de cierta microbiota con capacidad patogénica (Lomas, 2005) en toda la geografía agrícola, o simplemente en los elementos e infraestructuras del invernadero, incluyendo los plásticos que a través del polvo y suciedad pueden representar una falta de bioseguridad de los invernaderos (Sánchez *et al.*, 2001).

Presencia de patógenos en las aguas de riego

En este contexto, el agua del riego es uno de los riesgos más importantes que se asumen en estos agrosistemas. Al igual que ya estaba descrito en otras partes de mundo (Gill, 1970; Shokes y McCarter, 1979), en el sudeste español existe una contaminación de las aguas de riego por diversos agentes fitopatógenos. No sólo se ha demostrado la presencia de éstos en las aguas de riego, sino también, en muchas ocasiones, su patogenicidad, para casos tan preocupantes como *Pythium* spp. (Álvarez, 1999; Berenguer *et al.*, 2001; Sánchez y Gallego, 2002), *Fusarium* (Lomas, 2005) o *Phytophthora* (Álvarez, 1999; Berenguer *et al.*, 2001). La presencia de fitopatógenos en las aguas de diversas fuentes naturales de pozos o pantanos puede ser un problema, pero también puede serlo la utilización de aguas tratadas de depuradoras urbanas. Esta agua, se está usando cada vez más en horticultura protegida, por tanto, además de ser una adecuada solución, hay que evitar que sea un problema añadido. Este recurso es de un gran interés, pero por su propio origen puede acarrear, al margen de otros problemas físico, físico-químicos y químicos (Segura *et al.*, 2006), un nivel de microbiota en el límite de lo tolerado o a veces superior a éste; es el caso de los coliformes fecales limitado a 1.000 UFC por 100 ml para el uso de agua de riego en vegetales de consumo en crudo (BOE nº 223. Orden 18907).

Si no se quieren asumir los riesgos fitosanitarios que la presencia demostrada de patógenos en las aguas de riego genera, se

ha de buscar una solución al problema. Para atajarlo, o lo que es lo mismo, aumentar la bioseguridad de las aguas de riego utilizadas en horticultura protegida, se han venido usando durante las últimas décadas multitud de procedimientos diferentes en todo el mundo tanto de desinfección física, química y biológica (Runia, 1995; Monserrat, 2000; Wohanka, 2002; Gómez, 2004). En España también se han hecho algunos ensayos de campo para la desinfección del agua de riego con cierto éxito para algunos de los problemas fúngicos arriba mencionados usando hipocloritos (Berenguer *et al.*, 2001).

Entre los múltiples productos químicos que se vienen utilizando como agentes desinfectantes, se destacan los compuestos clorados (cloro, sales de hipoclorito y dióxido de cloro), compuestos amónicos cuaternarios, peróxidos y ácidos peracéticos (**cuadro I**).

Los peróxidos y peracéticos como desinfectantes

Con independencia de la posibilidad de desinfección y aplicaciones preventivas o curativas ante las enfermedades, es bien conocido que unas buenas prácticas agronómicas que creen un ambiente adecuado para el desarrollo de las plantas es, de por sí, un buen sistema de control de las enfermedades, ya que la patogenicidad frecuentemente aparece con un inadecuado ambiente radical o aéreo, como es el caso de suelos o sustratos pobremente

CUADRO I. ESQUEMA DE ALGUNAS DE LAS POSIBLES DESINFECCIONES DE LA DISOLUCIÓN NUTRITIVA DEL AGUA DE RIEGO

Desinfección de los drenajes recirculados		
Físicos	Químicos	Biológicos
Térmico	Ozonización	Filtros de arena con flujos de baja velocidad
Radiación ultravioleta	Peróxido de hidrógeno	
Filtración por membrana	Cloración	
	Yodación	

Fuente: Monserrat (2000).

aireados (Chase, 1997). Un ejemplo tipo se muestra con la aparición de la patogenicidad del *Pythium* spp. en estos ambientes pocos aireados o encharcados. Dentro de los productos o métodos de desinfección que ayudan a mantener un adecuado ambiente radical pueden considerarse los derivados de los peróxidos. Así, diversos autores han determinado que pueden contribuir con un notable incremento de la producción y mejora de las condiciones ambientales (**cuadro II**) (Urrestarazu *et al.*, 2005; Urrestarazu y Mazuela, 2005); aspectos que en algunas ocasiones llegan a expresarse en incrementos económicos de hasta el 30% (Urrestarazu *et al.*, 2006).

Entre los productos desinfectantes mencionados, dentro de ciertos límites, son los peróxidos y los peracéticos los que, com-



la cosecha de tus sueños...

Distribuidor exclusivo de KELPAK en España:



ENFERMEDADES

CUADRO II. EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y SU CALIDAD EN FUNCIÓN DE LA OXIGENACIÓN RADICAL. T0 TESTIGO. T1 CON OXIFERTIRRIGACIÓN QUÍMICA POR PERÓXIDOS

	Pimiento							
	Werta		Palermo		Melón		Pepino	
	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Número de frutos	57	73*	79	103**	3,00	3,65*	18	16
Producción (kg m ²)	4,89	5,95**	7,84	9,95***	4,64	5,43**	7,12	7,10
°Brix	5,04	5,02	4,76	4,99	12,30	13,00	3,92	3,90
Firmeza (kg)	5,41	4,68	5,48	4,50	3,62	4,03	6,68	6,15
Peso seco (%)	7,52	7,62	6,83	6,81	11,46	10,84	2,97	3,15

Los resultados son la media de cuatro repeticiones * , ** , *** indican diferencias a $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ y $p \leq 0,001$.

Fuente: Urrestarazu y Mazuela (2005).

binando su acción, pueden llegar a reunir algunas características múltiples. Se trata de un procedimiento, dentro de los que se han dado en llamar tecnologías limpias, que no genera residuo alguno, que cumple el papel de desinfección total o parcial, en función de la dosis, y que puede ayudar a mejorar la oxigenación radical. Reunir esta serie de características en un mismo producto, ha hecho interesarse a ciertas empresas del sector sobre la distribución y asesoramiento técnico de estas materias, abriéndose una importante línea I+D+i.



Cultivo de pepino en lana de roca donde se está aplicando la oxigenación radical con peróxidos.



Plantas de *Lisianthus* a la derecha con expresión de fitotoxicidad por peróxidos. Compárese con las plantas de la izquierda de desarrollo normal.

Sin embargo, como ocurre con la aplicación de los agroquímicos, el cuidado en el manejo de estos productos ha de extremarse en este caso, no por el hecho de que puedan llegar a contaminar los suelos, las aguas o los propios productos hortícolas, ya que se trata de productos que no generan residuos y son totalmente degradables, sino porque son fitotóxicos. Los límites de toxicidad además son variables en función de los cultivos sobre los que se aplica. Para obtener las ventajas de estos productos y evitar sus inconvenientes derivados del mal manejo, se debe aplicar bajo una supervisión técnica. Por tanto, parece razonable afirmar que se pueden usar estos productos para evitar, o al menos disminuir sensiblemente, la carga de patógenos del agua de riego, a la vez que se obtiene cierto beneficio añadido sobre la oxigenación del ambiente radical. ■

Agradecimientos

Parte de este trabajo ha sido realizado con la colaboración del Centro de Estudios de Bioseguridad, S.L. (CEBE).

Bibliografía

Álvarez, A. 1999. Enfermedades del tomate y pepino diseminadas por embalses alimentados con aguas del río Guadalfeo. PFC. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. pgs. 140.

Berenguer, J.J.; Escobar, I., García, M., Gómez, J., Álvarez, A. 2001. Methods to control *Pythium* and *Phytophthora* in cold plastic houses. *Acta Horticulturae* 559, 759-763.

Gill, D.L. 1970. Pathogenic *Pythium* from irrigation ponds. *Plant Disease Reporter* 54: 1077-1079.

Gómez, J. 2004. La sanidad de los cultivos hortícolas sobre sustratos en el sur de España. En: *Tratado de cultivo sin suelo*. M. Urrestarazu. Ed. Mundi-Prensa, pg. 523-537.

Chase, A.R. 1999. *Pythium* Root Rot on Ornamentals. *Western Connection. Turf & Ornamentals* 1(8): 1-4.

Lomas, T. 2005. Ecología y Patología del Genero *Fusarium* aislado de las aguas fluviales y fondos litorales de Granada y Almería. PFC. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. pgs. 138.

Montserrat, J., 2000. Desinfección de lixiviados por métodos físicos, químicos y biológicos. En: Oriol Marfá, *Recirculación en cultivos sin suelo*. Ed. Horticultura, pp. 53-62.

Shokes, F.M., McCarter, S.M. 1979. Occurrence, dissemination, and survival of plant pathogens in surface irrigation ponds in southern Georgia. *Phytopathology* 69: 510-516.

Pittis, J.E., Colhoun, J., 1984. Isolation and identification of pythiaceus fungi from irrigation water and their pathogenicity to *Antirrhinum*, tomato and *Chamaecyparis lawsoniana*. *Phytopath.* Z 110: 301-318.

Runia, W.Th., 1994. Disinfection of recirculation water from closed cultivation system with ozone. *Acta Horticulturae*. 361, 388-396.

Runia, W.Th., Michielsen, J.M.G.P., Kuik, van A.J., Os, van E.A., J.J., 1996. Elimination of root-infecting pathogens in recirculation water by slow sand filtration. *ISOSC proceedings*. pp. 395-407.

Runia, W.Th; Amsing, J.J., 1996. Disinfection of Nematode-Infested Recirculation Water by ozone and activated hydrogen peroxide. *ISOSC proceedings*. pp. 381-392.

Sánchez J. 1998. Análisis de la presencia del género *Pythium* Pringsh. en el agua de riego del Poniente almeriense (SE de España). Serie Tesis Doctorales nº 30. Almería, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.

Sánchez J, Olivares J.S., Gallego E. 2001. Occurrence and pathogenicity of *Pythium* spp. in the dust deposited on the greenhouse roofs in the Poniente region of Almería (south-east Spain). *J. Plant Pathol.* 83: 13-19.

Sánchez J., Gallego E. 2001. *Pythium* spp. present in irrigation water in the Poniente region of Almería (south-eastern Spain). *Mycopathologia* 150: 29-38.

Sánchez, J., Gallego, E. 2002. Fitopatogenicidad de *Pythium* spp. presentes en el agua de riego del Poniente almeriense (sureste de España). *Rev Iberoamericana de Micología* 19: 177-180.

Segura, M.L., Martín, E., Contreras, J.I. 2006. Reutilización de aguas residuales urbanas para la horticultura 196: 16-19.

Urrestarazu, M., Mazuela, P. 2005. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. *Scientia Horticulturae* 106, 484-490.

Urrestarazu, M., Lozano, A., Cuoto, T., Soto, E., Querol, M.A., Mazuela, P. 2005. Oxifertirrigación química en horticultura intensiva. *Terralia* 52, 6-9.

Urrestarazu, M., Mazuela, P., Ventura, F., Guillén, C. 2006. Beneficio de la aplicación de oxígeno en cultivo sin suelo. *Vida Rural*, Abril 14-19.

Wohanka, W. 2002. Nutrient solution disinfection. En: *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. D. Sawas y H. Passan. Ed. Ebury, pg. 345-372.