

Desinfección bacteriana del agua de riego mediante el uso de mezclas peroxiacéticas

M. Santos, F. Diánez, L. C. del Corral,
J. E. Álvaro, S. Moreno, M. Urrestarazu.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos tras la desinfección del agua de riego frente a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, con mezclas peroxiacéticas como alternativa medioambientalmente aceptable en comparación al uso de los hipocloritos, además de los posibles beneficios colaterales de los productos finales que no son más que anhídrido carbónico y oxígeno, ya que una mayor oxigenación radical a través del fertirriego provoca un importante incremento de la producción

El cultivo en sustratos puede realizarse a solución perdida o recirculando el agua de riego. A solución perdida, el drenaje se elimina directamente al suelo, lo que puede llegar a provocar la contaminación de los acuíferos, debido al elevado contenido en nitratos y otros iones de estas aguas. Por otro lado la recirculación implica ahorro de agua y fertilizantes, pero acarrea otros problemas, que teniendo en cuenta sólo el aspecto fitosanitario, implica el coste de desinfección.

En los sistemas hidropónicos con recirculación, la disolución nutritiva en contacto con las raíces puede transportar hongos, bacterias y virus adaptados a la vida acuática y se dispersan con mucha facilidad en el medio. Los patógenos más habituales son hongos como *Pythium*, *Phytophthora*, *Colletotrichum*, *Verticillium* o *Fusarium*, bacterias (*Pseudomonas*, *Clavibacter* o *Erwinia*) e incluso virus como el Virus del Mosaico del tomate (ToMV) o el Virus de la Necrosis del Tabaco (TNV) (Marlow, 2006).

El contenido de microorganismos patógenos en 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 la horticultura protegida. Al igual que ya estaba descrito en otras partes del mundo, en el su-

deste 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., *Fusarium* o *Phytophthora*. 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 físicos, físico-químicos y químicos, 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 y química como biológica (Runia, 1995; Monserrat, 2000; Wohanka,





Pseudomonas syringae pv. *tomato* afectando a plantas de tomate.

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 usando hipocloritos (Berenguer *et al.*, 2001).

Productos químicos usados para la desinfección

Entre los múltiples productos químicos que se vienen utilizando como agentes desinfectantes, se destacan los compuestos clorados (cloros, sales de hipoclorito y dióxido de cloro), compuestos amónicos cuaternarios, peróxidos y el ácido peracético. La mezcla de los dos últimos se podría denominar mezclas peroxiacéticas y se está utilizando como desinfectante y oxigenante en la horticultura.

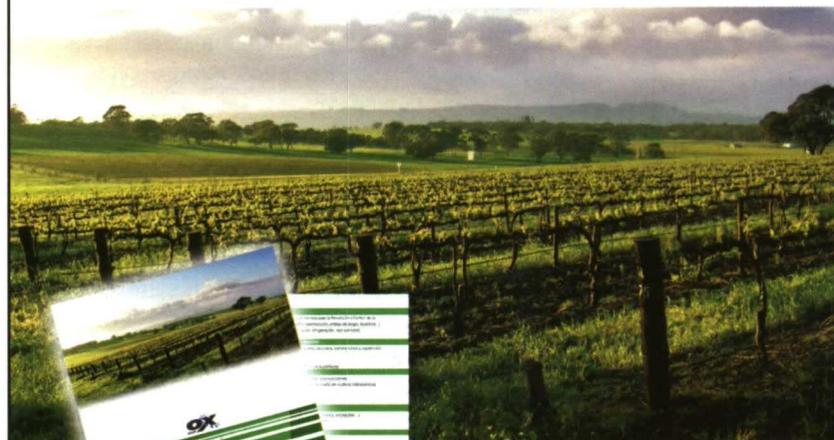
El cloro es un buen agente germicida que se usa, desde hace mucho tiempo, para prevenir la diseminación de patógenos de humanos a través de la red de suministro público de agua. El cloro se ha utilizado también para el control de enfermedades de postcosechas y de las raíces y los frutos de vegetales, si bien no se ha utilizado muy extensamente para el tratamiento del agua de riego infectada con patógenos de plantas. Su efecto, disminuyendo la severidad de algunas enfermedades provocadas por hongos y bacterias, ha sido citado en varias publicaciones (Datnoff *et al.*, 1987). En recientes experimentos realizados en la costa granadina, la desinfección del agua de riego con hipoclorito sódico a 5 mg l^{-1} durante 24 horas fue altamente eficaz en el control de la podredumbre de las raíces y del cuello del tomate causada por *Phytophthora* ssp. (Berenguer *et al.*, 2000). Sin embargo, el uso de los hipocloritos como desinfectantes se debe tomar bajo cierta cautela por la producción de los trihalometanos, potencialmente cancerígenos y con graves problemas presumibles de fitotoxicidad. Aunque la cloración de las aguas es un tratamiento recomendado para su desinfección, en los últimos años se están estudiando otras alternativas debido a que el ácido hipocloroso reacciona con la materia orgánica presente en el medio de lavado y como resultado forma sub-productos de desinfección como vapores de cloro y trihalometanos (Christopher *et al.*, 1980; Reckhow *et al.*, 1990; Jiménez *et al.*, 1993; Ivancev-Tumbas *et al.*, 1999; IFPA, 2001). Existe una creciente preocupación por las condiciones de salud laboral de los operarios, puesto que los vapores de cloro producen irritación en la piel y en el tracto respiratorio y algunos trihalometanos



VAMOS AL GRANO:

- Somos especialistas en **desinfección**.
- Realizamos desinfección de semillas, material vegetal, suelos, instalaciones y utensilios.
- Controlamos **todas las vías de entrada de enfermedades** (agua de riego, ambiente, suelo o sustrato, utensilios).
- Nuestros productos de desinfección son **biodegradables e inocuos**.
- Nuestros productos **NO dejan residuos**.
- Controlamos **todas las fases del cultivo**, desde la semilla o material vegetal hasta el procesado o comercialización.

Somos **OX-CTA**.
Y estamos encantados de conocerte.



Nuevos PACKS DE BIOSEGURIDAD
TODOS NUESTROS SERVICIOS PARA CLIENTES.
AHORA TAMBIÉN EN AGRICULTURA.

Edificio OX
Parque Tecnológico Walqa
Ctra. Zaragoza, Km. 566
22197 Cuarte (Huesca), España.

Tel. 902 153 519 · 974 214 124 Fax: 974 214 470
oxcta@oxcta.com
www.oxcta.com

Cuadro I.

Tratamientos realizados para eliminar *Pseudomonas syringae* inoculada en el agua de riego

Tratamiento	Intervalo de dilución del patógeno	Concentración (mg L ⁻¹)	Tiempo (min)
Mezcla peroxiacética	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	80	15-30-60-120
	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	160	15-30-60-120
	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	320	15-30-60-120
	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	400	15-30-60-120
Hipoclorito comercial	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	80	15-30-60-120
	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	160	15-30-60-120
	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	320	15-30-60-120
	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴	400	15-30-60-120

nos, como el cloroformo (CHCl₃) y el bromodiodometano (CHBrCl₂) según numerosos estudios (Villanueva *et al.*, 2000; Ritter *et al.*, 2002) pueden ser cancerígenos, mutagénicos, teratogénicos y/o tóxicos encontrándose directamente relacionado con la incidencia del cáncer de vejiga y anomalías congénitas

Este trabajo presenta los resultados obtenidos tras la desinfección del agua de riego frente a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, con mezclas peroxiacéticas como alternativa medioambientalmente aceptable en comparación al uso de los hipocloritos, además de los posibles beneficios colaterales de los productos finales que no son más que anhídrido carbónico y oxígeno, ya que una mayor oxigenación radical a través del fertirriego provoca un importante incremento de la producción (Urrestarazu y Mazuela, 2005).

Ensayos realizados en cultivo de tomate

Una de las bacteriosis más frecuente en los cultivos de tomate es la mancha negra del tomate causada por *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Afecta a todos los órganos aéreos de la planta. En hojas, se forman manchas negras de pequeño tamaño (1-2 mm de diámetro) y rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, pecíolos y bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen. Tan sólo son atacados los frutos verdes, en los que se observan pequeñas manchas deprimidas.

Las principales fuentes de infección las constituyen: semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y la rizosfera de numerosas plantas silvestres.

El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración los estomas y las heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25°C y períodos húmedos (Santos *et al.*, 2004). Existen otras muchas bacterias con gran capacidad saprofitica, tales como *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* o *Ralstonia solanacearum* que también puede sobrevivir en el agua de riego constituyendo uno de las formas de dispersión de estos patógenos, y por tanto que pueden tener el mismo comportamiento que *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

Material y métodos

Para la desinfección de agua procedente de una balsa se han utilizado dos desinfectantes: una mezcla peroxiacética e hipoclorito sódico también comercial. Estos productos han sido aplicados a distintas concentraciones y tiempos de desinfección con diferente concentración de

patógeno (cuadro I). El agua se esterilizó en autoclave durante 30 minutos a 120°C, con el fin de eliminar la microbiota presente en ésta y poder contabilizar las unidades formadoras de colonia en el medio de cultivo (UFC/ml) correspondiente al patógeno en estudio. Se empleó agua de balsa, para determinar la posible interferencia de la materia orgánica en el proceso de desinfección. A partir de un cultivo de 24 h en medio KB líquido se inoculó el agua de balsa con *P. syringae* pv. *tomato* (10⁸ cel/ml). Se realizaron diluciones sucesivas y se aplicaron los desinfectantes a cada una de las diluciones para determinar el efecto de la concentración y tiempo de aplicación de los productos, sobre las distintas concentraciones de bacterias. Transcurrido el tiempo de desinfección para cada uno de los tratamientos se tomó 1 ml de agua en estudio y se añadieron a 100 ml de agua destilada estéril, para diluir el producto y que no ejerciera, posteriormente, ninguna acción bactericida en la placa de Petri.

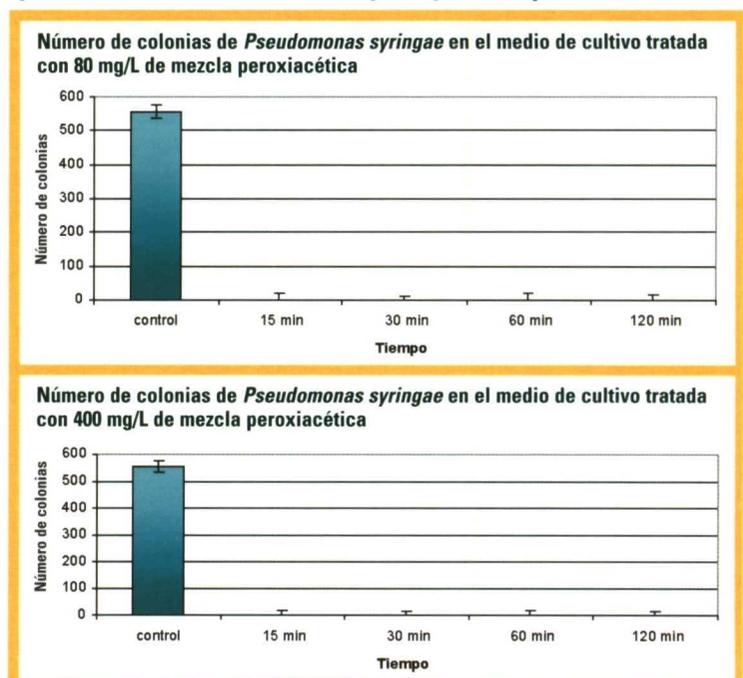
Para el estudio de desinfección del agua de la balsa frente a *Pseudomonas*, se realizó un recuento de las unidades formadoras de colonia por ml de agua (UFC/ml) desarrolladas para todos los tratamientos en placa de Petri con medio TSA, y se comparó con el testigo.

Resultados

En este apartado se resumen los resultados obtenidos tras el proceso de desinfección del agua con los distintos productos ensayados, en donde se compara la efectividad de los mismos, según dosis y tiempo de aplicación. En la figura 1, podemos ver el efecto de la mínima y máxima concentración ensayada frente al número de colonias obtenidas en el testigo, con respecto a la mezcla peroxiacética. La comparación de su efectividad con la lejía es clara. En la figura 2, se observa que en ambos tratamientos en los que se ha utilizado lejía comercial y la mezcla peroxiacética, la presencia de unidades formadoras de colonias (UFC/ml) es prácticamente nula frente a las que se observan en el testigo que son aproximadamente de 540 UFC/ml.

Figura 1.

Unidades formadoras de colonia medio (UFC) de *P. syringae* tras la desinfección con mezclas peroxiacéticas a la mínima y máxima concentración ensayada y el tiempo de actuación.



Tomates

2007

Apuesta seguro con Gautier



Mercado Nacional

Elvirado

Tswv

Pintyno

Tswv + Tylcv

Larga vida

Brenda

Calvi

Pristyla

Tylcv

Brentyla

Tswv + Tylcv

Sartylia

Tswv + Tylcv

Pera

Myriade

Cherry

Piccolo

Santonio

Perlinio

Diversificación

Marbonne

Borsalina

Para que cada semilla sea portadora de futuro

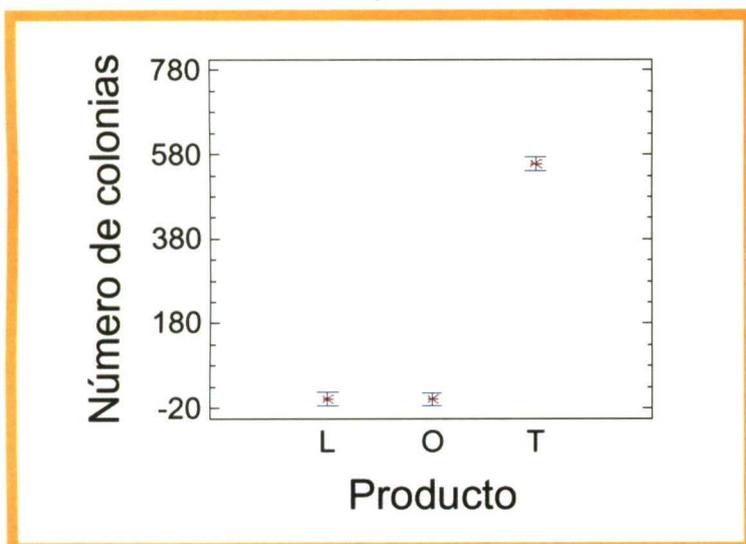
Avda. Jaime I - N°10 - 1ª Izqd. - APDO 30 - 03550 SAN JUAN (Alicante)
Tel : 96 594 11 72 - Fax : 96 565 60 87 - e-mail : gautier@ediho.es



GAUTIER
s e m i l l a s

Figura 2.

Comparativa de la acción desinfectante del hipoclorito sódico (L) frente a la mezcla peroxiacética (O). T: Testigo. El número de colonias se refleja en UFC/ml.



Ambos productos comerciales han sido capaces de eliminar con igual eficacia a *P. syringae* a la mínima concentración y mínimo tiempo ensayados. No han existido diferencias significativas en el efecto concentración-tiempo del producto con respecto a la concentración bacteriana presente en el agua de riego inoculada.



Erwinia carotovora subsp. *carotovora* en pimiento.

El uso de las mezclas peroxiacéticas bajo supervisión técnica en la desinfección del fertirriego podría ser una alternativa medioambientalmente sostenible y tan eficaz como el uso de los hipocloritos, por lo que eliminamos los inconvenientes sanitarios de éstos e incorporamos el valor añadido de la oxigenación de la disolución nutritiva. ■

Agradecimientos

La investigación ha sido financiada por el proyecto del Ministerio de Educación y Ciencia (AGL2007-648327/AGR).

Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores que puede solicitarse en redacción@eumedia.es

Adivinanza:

¿Gordo, de larga vida y tolerante al Ty?

Tya



Hazera España

Pol. Ind. La Redonda
04700 EL EJIDO (Almería)

Tel.: 950 58 09 22 - Fax: 950 58 01 03
email: hazera@hazera.es - www.hazera.es