

USO DE MEZCLAS PEROXIACÉTICAS PARA UN CONTROL BIOSANITARIO RESPETUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE

Bioseguridad

en la producción hortícola y en el consumo de alimentos

**Soraya Moreno Montoya¹,
Juan E. Álvaro Martínez-Carrasco¹
y Miguel Urrestarazu Gavilán².**

¹Departamento técnico SETECAM.

²Producción Vegetal. Universidad de Almería.

La horticultura protegida (acolchados, túneles e invernaderos) permite el adelanto de cosechas y aumentos de producción permitiendo el consumo de alimentos frescos a precio asequible. Este modelo de producción se caracteriza por presentar un incremento en la intensificación, controlando al máximo los factores de producción, incluso soslayando la escasez de algunos mediante el desarrollo de aplicaciones tecnológicas diversas. Esto último puede traer como consecuencia la valorización de tierras marginales, cuyo uso agrario se ha

visto tradicionalmente imposibilitado, como es el caso de la comarca del Poniente almeriense, donde el suelo, con escaso valor agronómico, ya no es elemento capital del sector productivo primario (Instituto Cajamar, 2004).

La superficie mundial cubierta por algún tipo de protección varía entre cuatro y cinco millones de hectáreas. Más concretamente los invernaderos de plástico superan las 450.000 ha, de las que más de un tercio (130.000 ha) se concentran en la cuenca mediterránea (Antón, 2004). En Europa, España es el país con mayor superficie invernada (52.169 ha) (INE, 2005), tras el que se sitúan Italia, Turquía, Marruecos y Francia. Dentro de España la superficie invernada se concentra en el litoral mediterráneo, alcanzando el valor máximo de superficie y densidad en la provincia de Almería (26.350 ha) (Cajamar, 2006), con un volumen de producción, en el año 2006, de 2.833.311 toneladas, de las cuales 1.568.855 se exportan. Si bien Almería representa un modelo agrario atípico en relación al resto del panorama nacional, es un refe-



Una de las cuestiones que tiene pendiente el campo almeriense, y por extensión otras zonas que siguen el modelo de desarrollo Almería, es la que atañe a la calidad ambiental y alimentaria. La alerta sanitaria derivada del uso de pesticidas ilegales, la infracción de los períodos de seguridad o la superación de los límites máximos establecidos puede comprometer la comercialización de los productos. Ese tipo de situaciones es inadmisibles, pero pone de manifiesto uno de los principales problemas a los que se enfrenta el productor, que es la necesidad del cambio en el modo de operar frente a plagas y enfermedades desarrollado por la creciente preocupación en cuanto a seguridad alimentaria.

rente mundial como alternativa al modelo de desarrollo estrictamente industrial, especialmente para países en vías de desarrollo. Este modelo ya ha sido y sigue siendo profusa y profundamente estudiado. De entre sus muchas particularidades, para la cuestión que nos ocupa, focalizaremos nuestra atención en las que hagan referencia al campo económico-financiero y tecnológico. De este modo, podríamos decir que el modelo Almería se caracteriza por ser de capitalización moderada, basado en el factor trabajo, consiguiendo una alta productividad por unidad de superficie, estando muy vinculado a la exportación, con una incorporación incremental de tecnología, apoyado en el pragmatismo, principalmente orientado a la eficiencia económica y con pérdida natural en la relación real de intercambio de insumos y producto y relativa importancia a la gestión eficiente (Martínez y Dios, 2003; Cajamar, 2004).

Una de las cuestiones que tiene pendiente el campo almeriense, y por extensión otras zonas que siguen el modelo de desarrollo Almería, es la que atañe a la calidad ambiental y alimentaria. La alerta sanitaria derivada del uso de pesticidas ilegales, la infracción de los períodos de seguridad o la superación de los límites máximos establecidos puede comprometer la comercialización de los productos. Ese tipo de situaciones es inadmisibles, pero pone de manifiesto uno de los principales problemas a los que se enfrenta el productor, que es la necesidad del cambio en el modo de operar frente a plagas y enfermedades desarrollado por la creciente preocupación en cuanto a seguridad alimentaria; preocupación que origina la prohibición del empleo de productos agroquímicos o su restricción en el uso. Sin duda esta situación es todo un reto, pues necesariamente tienen que cambiar nuestras ideas en cuanto a la concepción de nuevas herramientas que nos ayuden a mantener un alto estado de bioseguridad que garantice la productividad del agro-

Las MPAs son unos productos químicos susceptibles de ser utilizados en aplicaciones agrícolas que pretendemos desarrollar, pues, además, en su proceso de degradación no aparecen compuestos secundarios nocivos, sino ácido acético, agua y oxígeno. Es interesante analizar cuáles son los posibles riesgos biosanitarios desde el inicio del proceso productivo hasta la postcosecha susceptibles de ser solventados con el empleo adecuado de MPAs.

sistema. Los esfuerzos que se están haciendo por parte de todos los profesionales vinculados al sector hortofrutícola son muy grandes, como ejemplo se puede destacar la paulatina introducción de métodos de lucha integrada contra plagas, lo cual demuestra la buena predisposición del sector a este desafío.

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 in-

Abrimos las ventanas a la nueva agricultura

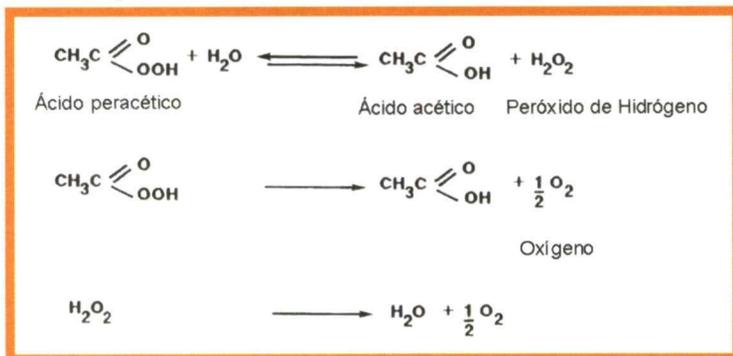
Desde sus inicios, hace ahora 20 años, capa ecosystems ha trabajado por acercarse a una agricultura libre de residuos. Hoy podemos ofrecer soluciones en la mayoría de los cultivos siguiendo la misma premisa, abriendo las ventanas de la nueva agricultura.

CAPA ECOSYSTEMS

www.capaecosystems.com | info@capaecosystems.com | tel. + 34 96 176 71 49

Figura 1.

Esquema de la descomposición y subproductos de las mezclas peroxiacéticas.



sumos, 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).

Se hace necesario invertir esfuerzo en investigar y desarrollar aplicaciones novedosas, que aporten soluciones respetuosas con la salud y el medio ambiente y sean asumibles económica y tecnológicamente por el productor. Siguiendo esta línea de pensamiento hemos orientado nuestra labor hacia el estudio de las mezclas peroxiacéticas en la agricultura.

Las mezclas peroxiacéticas

El ácido peroxiacético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$) (APA) es una mezcla de ácido acético (CH_3COOH) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en solución acuosa.

El APA es un agente oxidante muy fuerte, incluso más que el cloro o el dióxido de cloro. Es translúcido, incoloro y no forma espuma. Tiene un olor muy pungente y su pH es de 2,8. Además el APA puede mezclarse con peróxido de hidrógeno, obteniendo una mezcla peroxiacética (MPA) (figura 1). Se trata de un compuesto altamente inestable, que necesariamente debe ir acompañado de estabilizantes. Este punto es de especial importancia, pues si bien los componentes de la MPA son inocuos los estabilizantes pueden no serlo o incluso estar prohibidos. Además las calidades comerciales que se pueden encontrar son muy heterogéneas. Por eso es muy importante tener asegurada la calidad del producto.

El principal uso de las MPAs es como limpiador en industria agroalimentaria, ya que controla los depósitos, malos olores y biopelículas en las superficies en contacto con los alimentos; asimismo es un agente de control tanto para superficies en contacto con los alimentos como para frutas y verduras frescas. El modo de acción es mediante la oxi-

dación de la membrana celular externa de bacterias, endosporas, levaduras y esporas. El mecanismo de oxidación es mediante transferencia de electrones, por lo tanto ésta será tanto mayor cuanto mayor el poder oxidante y, en consecuencia, el microorganismo será inactivado antes. También se ha comprobado su poder virucida.

Debido a estas características, las MPAs son unos productos químicos susceptibles de ser utilizados en aplicaciones agrícolas que pretendemos desarrollar, pues, además, en su proceso de degradación no aparecen compuestos secundarios nocivos, sino ácido acético, agua y oxígeno. Es interesante analizar cuáles son los posibles riesgos biosanitarios desde el inicio del proceso productivo hasta la postcosecha susceptibles de ser solventados con el empleo adecuado de MPAs.

Producción hortícola

Acondicionamiento y revalorización de las aguas de riego

Los potenciales riesgos sanitarios cuyo origen es el agua utilizada en el riego, corresponden con la fitopatogenicidad.

En zonas áridas o semiáridas es frecuente el uso de aguas residuales urbanas en la producción hortícola. Si bien esta medida se encamina hacia el máximo aprovechamiento de un recurso escaso, puede traer consigo un nivel de microbiota peligrosa para la salud humana. En España, la presencia de coliformes fecales está limitada a 1.000 UFC/100 ml (BOE, 1999). El agua de riego y los cultivos pueden actuar como vectores de microorganismos entéricos (virus, nemátodos y bacterias), lo que implica un riesgo en seguridad alimentaria considerable.

Otro punto crítico relativo a la bioseguridad en horticultura protegida es el almacenamiento de agua. Se ha descrito contaminación de las aguas de riego por diversos agentes fitopatógenos como *Pythium* sp, *Phytophthora* sp, *Fusarium* sp y *Ovipidium* sp, llegando a tener una presencia de más del 80% en las aguas analizadas (Gill, 1970; Shokes y McCarter, 1979; Jiménez-Vázquez y Gallego, 1991; Álvarez, 1999; Berenguer *et al.*, 2001; Sánchez y Gallego, 2002; Lomas, 2005).

En ambos casos, el tratamiento del agua con disolución de MPA aplicada puntualmente a alta concentración o en continuo a dosis no fitotóxicas, reduce considerablemente la presencia de esta microbiota perjudicial. Sin embargo, para evitar problemas de recontaminación recomendamos la inyección continua de bajas dosis en el sistema de fertirriego, que además presenta el valor añadido de actuar como oxigenante.

La patogenicidad frecuentemente aparece con un inadecuado ambiente radical o aéreo, como es el caso de suelos o sustratos pobremente aireados (Chase, 1999). 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 (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).

Este poder oxigenante de las MPAs tiene suficiente valor por sí mismo como para justificar la inversión económica que su utilización implica, especialmente en el caso de cultivo sin suelo o en suelos muy densos, donde la deficiente oxigenación de la raíz puede ser un factor limitante de la productividad del cultivo. Además, la buena oxigenación radical repercute en una mejor asimilación de los nutrientes y del agua de riego, con lo que aumenta la eficiencia en el uso de insumos (Urrestarazu y Mazuela, 2005).

Por todo lo expuesto, se explica que una correcta adición de MPA, a la dosis adecuada de uso obtenida tras una cuidadosa evaluación téc-

nica, acondiciona y revaloriza el agua de riego, justificando el coste económico de la práctica.

Control de fitopatógenos en el suelo y los sustratos

Tanto el suelo como el sustrato de cultivo, pueden actuar como reservorio de organismos fitopatógenos, por eso es frecuente la desinfección al finalizar el ciclo de cultivo. Como alternativa al bromuro de metilo se ha generalizado el empleo de metam-sodio y metam-potasio, que logran un elevado nivel de desinfección. Sin embargo, se buscan alternativas porque presentan problemas de salud al ser posible cancerígeno humano (EPA, 2005).

En este sentido, se vienen desarrollando y aplicando MPAs, que al no ser productos bioacumulativos, en principio, no tienen restricción en su uso por no ser peligrosos para la salud. Además, debido a su naturaleza química, el 99% de la materia activa se degrada a los veinte minutos de entrar en contacto con el suelo. La disminución del período de carencia (o plazo de seguridad) hasta casi su inexistencia permite un adelanto muy notable en la fecha de inicio del cultivo, lo cual podría justificar económicamente el uso de esta alternativa, en comparación a otros productos utilizados para el control de fitopatógenos en general.

Acondicionamiento ambiental

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.

El desarrollo de nuevas aplicaciones agrícolas para el ácido peracético y el peróxido de hidrógeno, estando este último autorizado para

El tratamiento del agua con disolución de MPA aplicada puntualmente a alta concentración o en continuo a dosis no fitotóxicas, reduce considerablemente la presencia de esta microbiota perjudicial. Sin embargo, para evitar problemas de recontaminación recomendamos la inyección continua de bajas dosis en el sistema de fertirriego, que además presenta el valor añadido de actuar como oxigenante.

uso en agricultura (RD 140/2003) plantea la cuestión del impacto sobre el material vegetal vivo.

Las MPAs son también una solución para la limpieza de estructuras y herramientas. Además, hemos comprobado empíricamente que controlan el establecimiento y desarrollo de enfermedades criptogámicas y bacteriosis. En este caso, es importante verificar que el resultado de las aplicaciones directas sobre el material vegetal para controlar estas enfermedades no produce efectos nocivos y/o tóxicos sobre las mismas. Para ello hemos efectuado bioensayos con el empleo de plantas como organismos de prueba, ya que los organismos vivos presentan al-



AHORA ES EL MOMENTO



**¡DEMUESTRE QUE VA
POR DELANTE;
CERTIFIQUESE CON EL LÍDER
MUNDIAL**

CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

- Pliego de Condiciones de vacuno^(*).
- Referenciales de productos cárnicos.
- Referenciales de productos lácteos.
- Sistemas de producción de pollo (Rglto. CE 1538/91)^(*).
- Producción ganadera : EUREP IFA^(*).
- Productos vegetales : EUREP GAP^(*), UNE 155000^(*), Tesco Nature Choice.
- BRC^(*), IFS^(*), HACCP.
- BRC IOP (envases alimentarios)^(*).
- Producción integrada.
- Vinos de la Tierra – Viñedos de España.
- Reglamentos de productos LANDALUZ.
- Alimentación animal: Alimentación animal certificada^(*), GMP Plus, IFIS, GTP, Fami-QS.
- Norma Ibérico.
- Norma UNE Aceite Oliva Virgen^(*).
- Marca de garantía FACE (Alimentos sin gluten).
- Control e identificación de Organismos Modificados Genéticamente (GMO).

^(*) Actividades Acreditadas.

SGS ICS es el Líder en Certificación de Calidad, con 80.000 empresas certificadas en todos los sectores.

SGS ICS. C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas
28042 Madrid. (t) 91 313 80 00 - (f) 91 313 80 80
www.sgs.es

WHEN YOU NEED TO BE SURE

SGS





Foto 1. Aplicación de mezclas peroxiacéticas en el lavado de tomate cherry (izquierda) y en tomate tipo kumato (derecha).

guna respuesta a niveles peligrosos de cualquier sustancia química (Tóres, 2003).

Curiosamente algunos de los productos de las MPAs aparecen como metabolitos intermedios en la bioquímica propias de las plantas en cultivo. Así el peróxido de hidrógeno es un compuesto que se genera de manera endógena en la planta ante determinadas situaciones de estrés junto con otros reactivos intermediarios oxigenados. Así las células vegetales producen compuestos de oxígeno activo durante la interacción con posibles agentes patógenos, alterándose potencialmente de este modo los procesos involucrados en las interacciones planta patógeno (Baker *et al.*, 1995). Según Schopfer *et al.* (2001) la producción de reactivos intermediarios oxigenados en semillas que están germinando es fruto de una función fisiológica controlada de manera activa, presumiblemente como medida de protección de la plántula ante el ataque del patógeno. Esto explica y correlaciona el hallazgo de Lin y Kao (2001) de que el peróxido de hidrógeno exógeno inhibe el crecimiento de la raíz de plántulas de arroz.

Es importante saber cual es el punto en el que se alcanza el compromiso entre el control biosanitario sin que comprometa el desarrollo de las plantas; pues en caso contrario puede provocar o inducir fitotoxicidad y disminuir su desarrollo y producción, o bien resultar insuficiente, con lo que la aplicación de MPAs resultaría claramente antieconómica.

Seguridad alimentaria

Como consecuencia de cambios en los hábitos de consumo, la comercialización de productos mínimamente procesados y en fresco se está incrementando considerablemente. Este hecho se debe a varios factores como la preferencia por una dieta saludable y a la vez rápida en la preparación. Los consumidores esperan entre otras cosas que los productos estén libres de defectos y que posean elevada calidad organoléptica y nutricional, junto con una seguridad sanitaria garantizada (Watada y Qi, 1999)

Las técnicas de postcosecha exigen procesos cada vez más sofisticados que alarguen la vida de anaquel o postcosecha de los productos, manteniendo intactas sus propiedades el máximo el tiempo posible y preferentemente sin utilizar materias conservantes (**foto 1**).

Tradicionalmente, puesto que el foco de atención ha sido la contaminación microbiológica, las medidas de control han ido encaminadas a reducir la población microbiana. La contaminación superficial de frutas y hortalizas varía en número y tipo, dependiendo del producto y del

manejo. Además, si bien existe una microbiota cuya reducción es fácil, aquella que se encuentra asociada formando biopelículas constituye un punto crítico al tratarse de patógenos vegetales de difícil disminución que pueden afectar la calidad del producto durante el almacenamiento (Garmendia *et al.*, 2006).

Existen dos tipos de métodos de reducción de la flora microbiana: métodos físicos (mecá-

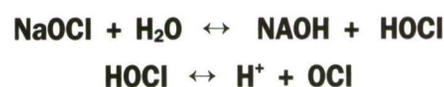
nicos, como el cepillado; tratamientos térmicos por curado o inmersión en agua caliente; e irradiación) y los químicos, generalmente mediante inmersión o aspersión de disolución acuosa (aunque también se utilizan gases de desinfección). Realmente, el modo de trabajo en el procesado en postcosecha tiende a integrar los dos tipos de métodos. En cualquier caso, lo que sí es imprescindible es que el agua utilizada en el tratamiento postcosecha esté potabilizada. Entre los distintos métodos de desinfección aquí se destacará la comparativa de aquellos que usan derivados de peróxidos (liberadores de oxígeno activo) y compuestos clorados como agentes desinfectantes.

Las propiedades que ha de reunir el desinfectante ideal son: amplio espectro biocida, rápida acción, facilidad de uso, no presentar síntomas de fitotoxicidad a las concentraciones habituales de uso, solubilidad en agua, estabilidad en la forma concentrada y diluida del producto, toxicidad reducida para el hombre de las soluciones de uso e inflamabilidad, baja o nula contaminación final en las emisiones y coste bajo o moderado.

La cloración del agua, el método más usado

La cloración es el método de potabilización de agua más comúnmente utilizado para reducir la carga microbiana en frutas y verduras (WHO, 1998; IFPA, 2001). Como es sabido, la actividad biocida del cloro depende de la cantidad de ácido hipocloroso presente en el agua que entra en contacto con las células microbianas, si bien el mecanismo de acción no está completamente dilucidado se estima que actúa inhibiendo las reacciones enzimáticas y desnaturando proteínas. Tienen un extenso espectro de actividad (bactericida, virucida y esporicida, pero variable frente a las bacterias) y es la forma de obtención de cloro libre la que tiene la mayor actividad desinfectante frente a microorganismos frecuentes en frutas y hortalizas (Sapers, 2003). Se recomienda una concentración comprendida entre el intervalo de 50 a 200 mg·l⁻¹ para un pH inferior a 8,0 durante un tiempo de contacto de 1 a 2 minutos (WHO, 1998; FDA, 2001). La aplicación habitual en centrales hortofrutícolas para el lavado del género es mediante la aplicación de hipoclorito sódico o lejía comercial, que presenta una concentración habitual del 5,25% de cloro activo, diluyéndose en agua corriente hasta el 0,04% (si bien en esta operación de dilución se puede encontrar una amplia variabilidad), en el tanque de lavado. Esta operación presenta la siguiente reacción química mostrada en la **ecuación 1**.

Ecuación 1





ATLANTIS[®] WG

NUEVO Y ÚNICO HERBICIDA PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE GRAMÍNEAS EN TRIGO

Avena sp.



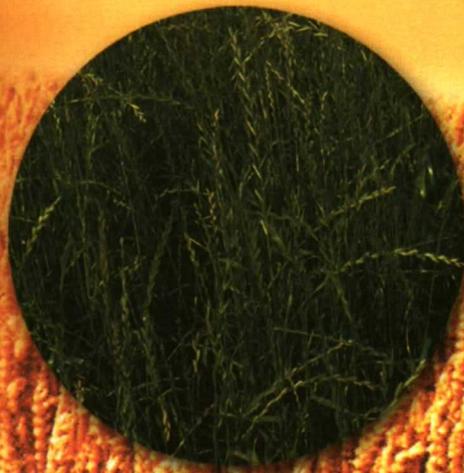
Phalaris sp.



Alopecurus sp.



Lolium sp.



Bromus sp.



Bayer CropScience

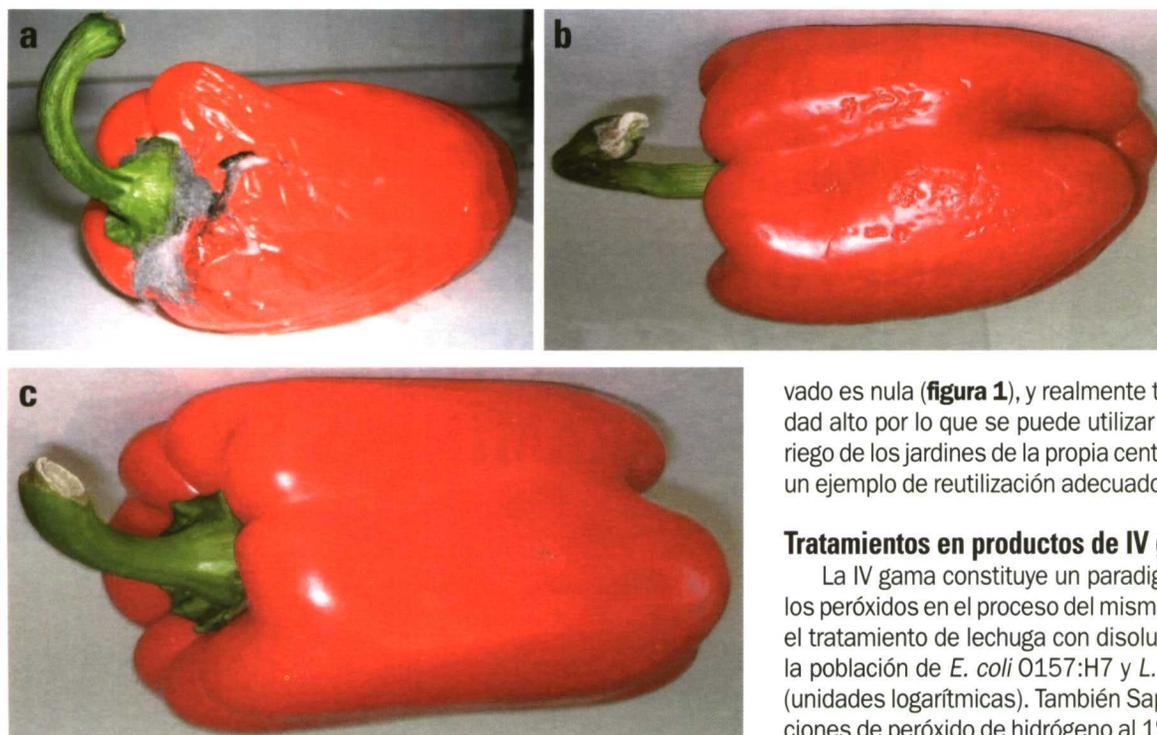


Foto 2. Resultados a los 20 días del lavado en una central hortofrutícola. a) Sin control. b) Con síntomas de fitotoxicidad. c) Con lavado con mezclas peroxiacéticas.

El equilibrio de esta secuencia de reacciones depende de varios factores como son el pH del agua, siendo el intervalo óptimo es de 6,5–7,5 ya que presenta alta efectividad y estabilidad. Además, la temperatura y la presencia de materia orgánica afectan su comportamiento. El ácido hipocloroso reacciona con la materia orgánica presente en el medio de lavado y como resultado forma subproductos de desinfección (SPD) 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), que según numerosos estudios (Chu *et al.*, 1982; Carpenter y Beresford, 1986; Maxwell *et al.*, 1991; Morris *et al.*, 1992; Dunnick y Melnick, 1993; Pilotto, 1995; Chun-Yu *et al.*, 2000; 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.

Alternativas a la cloración del agua

Existen varias alternativas a la cloración del agua. Sin embargo no siempre están autorizadas o son convenientes. Un ejemplo, es el uso de derivados del yodo añadido en el agua de lavado en centrales hortofrutícolas. Estos compuestos son agentes oxidantes que se usan en forma de disolución acuosa, combinándolos con detergentes. Dentro de este grupo se encuentra la povidona yodada, que es un compuesto soluble en agua resultante de la combinación de yodo y polivinilpirrolidona, que mejora la solubilidad del yodo y que permite su liberación en forma gradual. Aunque este producto no es irritante ni tóxico no está autorizado para el tratamiento de aguas de consumo humano (AENOR, 2005 y RD 140/2003). Además su actividad puede verse disminuida en presencia de materia orgánica y aguas duras. A pesar de tener un espectro de actividad muy amplio frente a bacterias, esporas, microbacterias, hongos y virus, necesita un tiempo de contacto de varios minutos (Block, 1991).

Debido a los problemas presentados por la cloración del agua como método de potabilización, se hace imprescindible plantear alternativas o al menos medidas que palien estos inconvenientes. Una solución es la utilización de MPA, que al igual que el ácido hipocloroso, es un fuerte oxidante, pero cuyos productos de reacción con la materia orgánica son en todo caso inocuos. Además el uso de este sistema de desinfección del

agua elimina el peligro de la formación de trihalometanos que pueden encontrarse después del proceso de cloración, pudiéndose aplicar para el post-tratamiento de aguas (Doménech *et al.*, 2001) o incluso con presencia de plaguicidas (Beltrán, 1994) acelerando la degradación de los mismos. También es importante que la contaminación final del fluido de lavado es nula (figura 1), y realmente tampoco tiene un nivel de fitotoxicidad alto por lo que se puede utilizar sin problema para, por ejemplo, el riego de los jardines de la propia central hortofrutícola, lo cual constituye un ejemplo de reutilización adecuado.

vado es nula (figura 1), y realmente tampoco tiene un nivel de fitotoxicidad alto por lo que se puede utilizar sin problema para, por ejemplo, el riego de los jardines de la propia central hortofrutícola, lo cual constituye un ejemplo de reutilización adecuado.

Tratamientos en productos de IV gama

La IV gama constituye un paradigma de las necesidades de uso de los peróxidos en el proceso del mismo. Lin *et al.* (2002) encontraron que el tratamiento de lechuga con disolución al 2% de H_2O_2 a $50^\circ C$ reducía la población de *E. coli* O157:H7 y *L. monocytogenes* de 4 a 3 órdenes (unidades logarítmicas). También Sapera (2001) demostró que las soluciones de peróxido de hidrógeno al 1% eran capaces de reducir la población de *E. coli* en la superficie de manzanas inoculadas igual o mejor que 200 $mg \cdot l^{-1}$ de hipoclorito sódico, llegando a una reducción de hasta tres órdenes. Beuchat *et al.*, (2004) determinaron una reducción de aproximadamente 1 log Unidades Formadoras de Colonias/g de *L. monocytogenes* inoculada en lechuga cortada y al ser tratada con 80 $mg \cdot l^{-1}$ a $3-4^\circ C$ durante 15 segundos. También Nascimento *et al.*, (2003) encontraron una reducción de 1,85 y 1,44 log en la flora aerobia mesófila y la población de coniformes totales respectivamente en hojas de lechuga tratadas con una disolución de 80 $mg \cdot l^{-1}$ de ácido peracético durante 15 minutos. Garmendia *et al.* (2006) observaron la viabilidad *in vitro* de conidias de *Penicillium expansum* tras un tratamiento de contacto durante 30 segundos a $25^\circ C$ y $pH = 6$ con diferentes desinfectantes. El resultado fue que los agentes con mayor actividad resultaron ser el dióxido de cloro a 5 $mg \cdot l^{-1}$ y el peróxido de hidrógeno al 3 %, mientras que el ácido peracético a 80 $mg \cdot l^{-1}$ y el dióxido de cloro a 2 $mg \cdot l^{-1}$ tuvieron la misma efectividad que el hipoclorito de sodio a 100 $mg \cdot l^{-1}$. Además en este trabajo se puso de manifiesto la influencia de la temperatura en la actividad biocida de los desinfectantes y entrando en contradicción con la afirmación de Rodgers *et al.* (2004) comentada anteriormente.

Conclusiones

En resumen, las MPAs se caracterizan por ser productos polivalentes en el control biosanitario en horticultura protegida con un especial respeto por el medio ambiente. Debido a sus especiales características, la eficiencia de su aplicación se encuentra estrechamente relacionada con la aptitud en la prescripción de la misma; por eso, para evitar el uso inadecuado es recomendable que se haga siempre bajo supervisión técnica de forma que se mantenga su utilidad sin caer en la posible fitotoxicidad que las hortalizas sensibles puedan presentar por altas dosis en su aplicación (foto 2). De otro modo, las cualidades de las MPAs pueden no ser aprovechadas en todo su potencial, o incluso resultar un gasto innecesario. ■

Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores que pueden solicitar en el e-mail: redaccion@eumedia.es