



*El uso de los peróxidos y la mezcla peroxiacética es muy amplio en distintos sectores. En la horticultura protegida son muchas las empresas e instituciones públicas que han aplicado o investigado sobre diversos aspectos de este elemento.*

## Bioseguridad en la horticultura protegida a través de química verde

MIGUEL URRESTARAZU<sup>1</sup>, CESAR DAVID GARCÍA<sup>1</sup>, SORAYA MORENO<sup>2</sup> Y JUAN EUGENIO ÁLVARO<sup>2</sup>

*1 Universidad de Almería, Dpto. Producción Vegetal.*

*2. Gabinete Técnico SETECAM S.L.*

*mgavilan@ual.es*

Mantener la bioseguridad es una cuestión vital en la moderna horticultura. Esta bioseguridad se ha de mantener preferentemente, cuando se pueda, por métodos físicos (Urrestarazu et al., 2006). Básicamente se viene trabajando en disminuir los insumos agroquímicos para controlar las plagas y los patógenos, muy especialmente cuando estos tienen una connotación negativa como en el caso de los denominados pesticidas. Sin embargo, una parte de los agroquímicos no sólo no deberían de tener una connotación negativa sino que

deberían ser considerados de una forma muy positiva: la denominada química verde. Se puede encontrar muchas definiciones sobre la química verde (Matlack, 2011), pero debe incorporar varios elementos para que una sustancia química sea considerada dentro de ella: a. Lógica desde el punto de vista científico, b. Más segura que los procesos convencionales, c. De menor coste y d. compatible con un desarrollo sostenible

El uso de los peróxidos y las mezclas peroxiacética es muy amplio en distintas industrias y secto-

res de la vida cotidiana, que van desde las áreas de la salud humana hasta la industria textil.

En el campo de la horticultura protegida son muchas las empresas e instituciones públicas que han aplicado o investigado sobre diversos aspectos de este importante elemento en horticultura como es la aplicación de los peróxidos. (Cuadros 1 y 2).

La clave medioambiental para considerar las mezclas peroxiacéticas adecuadas radica en las reacciones químicas y físico-químicas de su descomposición y los equili-



**Cuadro 1:**

**Algunos de los peróxidos que se comercializan susceptibles de ser utilizados en horticultura protegida**

Productos en el mercado	Porcentaje en peso					
	Acido peroxiacético	Ac. acético	Peróxido de hidrógeno	Peróxido de potasio	Peróxido de calcio	Oxígeno disponible
Mezclas peroxiacéticas	12	20	18,5			
	5	10	20			11
	15	16	23			14,0
	5	15	18			9,5
	3	30	3			
	1	35	1			
Peróxido de hidrógeno			8			
			35			
			50			
			60			
			70			
Peróxido de Potasio				7		
Peróxido de calcio					aprox. 100	

brios de su propio funcionamiento (Figura 1):

- El peróxido de hidrógeno se descompone agua y oxígeno;
- el ácido peracético se descompone en ácido acético y oxígeno;
- y el ácido acético se descompone en dióxido de carbono y agua por la actividad microbiana.

Una de las principales razones de su uso es el conocido poder biocida de su acción sobre múltiples patógenos. En realidad se trata de un producto polivalente en sus aplicaciones y de amplio espectro en el sentido tradicional, pues puede ser considerado un nematocida, fungicida, bactericida y virucida.

En la figura 2 se observa algunas de las fases susceptibles (puntos críticos) de aplicar los peróxidos. Prácticamente corresponde a la totalidad de la producción, pero especialmente a los cambios de ubicación física de las plantas o del producto aprovechable, que incluye el almacenado o procesado agroindustrial. Por tanto, el sentido polivalente no solo se debe aplicar por su poder biocida de amplio espectro, sino que también porque se puede utilizar la misma formula-

**Cultivo de tomate cherry, pepino y pimiento en donde se está aplicando en fertirriego mezclas peroxiacéticas**

**Sistema cerrado (NGS): ejemplo de riesgo continuo de padecer problemas fitopatógenos radicales**

ción con distinta dosis y manejo técnico.

La aplicación de estas sustancias no están exentas de problemas; se deben destacar los siguientes:

- Siempre ha de usarse bajo prescripción técnica competente.
- Todos los peróxidos son potencialmente fitotóxicos.
- El margen de eficiencia de uso es muy estrecho y dependiente de la aplicación en concreto (ver figura 2). Consecuentemente bajo el límite necesario de cada aplicación supone un gasto inútil muy claro, y además por encima de intervalo de seguridad supone un riesgo grave de fitotoxicidad. Este problema se ve agravado por el hecho de que, los límites de fitotoxicidad y eficiencia o utilidad, dependen de la especie en cuestión y de su estadio fenoló-

**El uso de los peróxidos y las mezclas peroxiacética es muy amplio en distintas industrias y sectores de la vida cotidiana, que van desde las áreas de la salud humana hasta la industria textil.**

gico, por ejemplo mientras que para un cultivo de tomate hay que elevar la presencia del peróxido aplicado en el fertirriego, este mismo límite roza la fitotoxicidad en

**Cuadro 2:**

**Sinónimo de Ácido peroxiacético y el peróxido de hidrógeno**

Ácido peroxiacético	Peróxido de hidrógeno
Acido peracético, anhídrido acético, Anhídrido etanoico, óxido de acetilo, acetilo hidroperóxido, ácido etanoperoxoico, Ácido peroxietanoico	Agua oxigenada, bióxido de hidrógeno, peróxido de perhidrol

**Cuadro 3.**

**Efecto sobre la producción y su calidad en función de la oxigenación radical. T0 testigo. T1 con aplicación de peróxidos en el fertirriego**

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

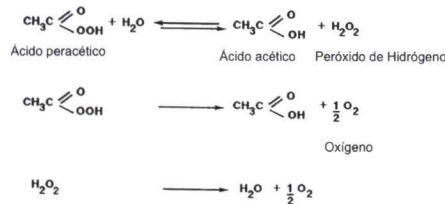
Los resultados son la media de 4 repeticiones \*, \*\*, \*\*\* indican diferencias a P 0,05, P 0,01 y P 0,001. Fuente: Urrestarazu y Mazuela (2005). Scientia horticulturae

un cultivo de pepino (Urrestarazu y Mazuela, 2005).

- Se puede producir problemas de fitotoxicidad muy grave que pueden dar lugar incluso a la muerte de la planta.

- La calidad de los productos debe ser muy alta, existe un riesgo claro que los productos a utilizar puedan estar caducados, son productos perecederos, lo que obliga a utilizar estabilizantes a los fabricantes y estos pueden a su vez constituir otro potencial riesgo fitotóxico. Consecuentemente debe estar previamente ensayado, ya que a veces la aplicación del producto es la que genera el proble-

**Figura 1:**  
**Esquema de la descomposición y subproductos de las mezclas peroxiacéticas**



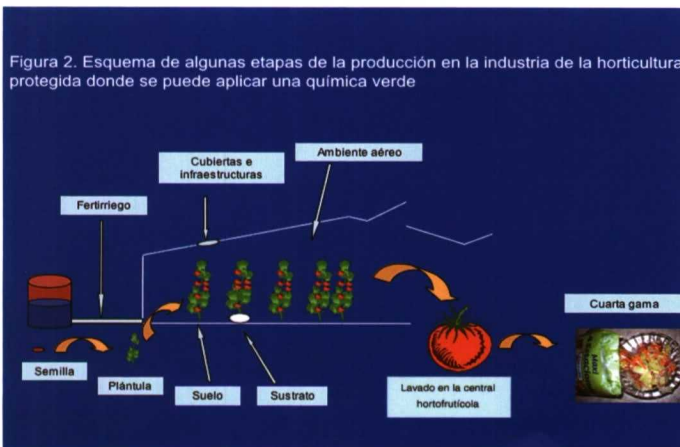
ma. La certeza sobre la calidad es fácil de seguir por el usuario; así por ejemplo, en el código que figura como Número Registro Oficial de Plaguicidas (Próximamente biocidas), otorgado por el Ministerio de Sanidad y Consumo, puede indirectamente indicarnos una calidad mínima “grado alimentario”. Las siglas “HA” al final del número significa que el producto está autorizado para su uso en la industria alimentaria, y por tanto libre de estabilizadores no autorizados como el nitrato de plata (Ej. 06-20/40-04246 HA).

Comparando estos productos con otros plaguicidas o biocidas mas tradicionales, se pueden destacar algunas ventajas:

- Es efectivo para el control de un gran número de patógenos ya sean hongos o bacterias
- Amplia eficiencia cuando se usa en presencia de aguas de alta concentración de materia orgánica
- Actúa en un amplio intervalo de temperatura
- Su acción es muy rápida
- No se conoce resistencia
- No genera residuos
- Alta seguridad en los productos de descomposición
- Uso efectivo, en relación a la cantidad aplicada y el resultado

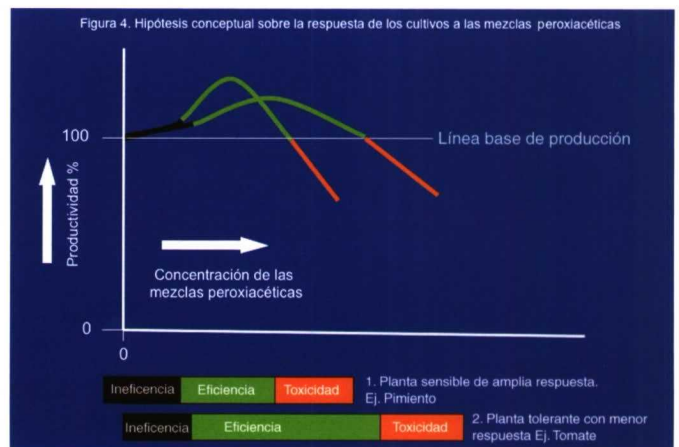
**Figura 2:**

**Esquema de algunas etapas de la producción en la industria de la horticultura protegida donde se puede aplicar una química verde**



**Figura 4:**

**Hipótesis conceptual sobre la respuesta de los cultivos a las mezclas peroxiacéticas**



**Figura 3:**

**Esquema de algunas formas de desinfección del fertirriego en sistemas cerrado**

Desinfección de la disolución nutritiva		
Físicos	Químicos	Biológicos
Térmico	Ozonización	Filtros de arena con flujos a baja velocidad
Radiación ultravioleta	Peróxido de hidrógeno	
filtración membrana	cloración	
	yodación	

obtenido.

- Bajo costo
- Compatible con un gran número de agroquímicos
- Compatible con la aplicación a través del fertirriego y tratamientos pulverizados, totalmente miscible con agua
- Es un producto polivalente, como ya se ha dicho, pero que también se aplica en distintas fases de la producción.

- No son espumantes

Tal vez los valores añadidos que los peróxidos tienen en su conjunto constituyen una de las principales beneficios de la aplicación de esta química verde.

Se ha descrito el papel desodorizante para el uso de aguas provenientes de aguas de depuradora (Ej. Patentes 24,263,136 y 5,716,528: United States Patent 1981, 1998), en determinadas ocasiones el uso de los peróxidos puede constituir una herramienta muy útil. Por ejemplo en los campos de golf, donde juega un papel muy importante la pulcritud en todos y cada unos de los aspectos del fertirriego o riego, como generalmente este se hace por aspersión, si se usa el agua de depuradora puede provocar un mal olor. Este puede ser eliminado con la aplicación de mezclas peroxiacéticas además de aumentar la eficiencia en el uso del agua y disminuir los patógenos que

**La clave medioambiental para considerar las mezclas peroxiacéticas adecuadas radica en las reacciones químicas y físico-químicas de su descomposición y los equilibrios de su propio funcionamiento**

podiera arrastrar.

Un segundo aspecto muy ventajoso es la limpieza de todo el circuito por donde se aplica, es decir, tiene un importante poder desincrustante de las sales precipitadas (obturación de goteros), o evita de forma importante su precipitación con el uso continuado a las dosis de aplicación. Estrechamente relacionado con las obturaciones de los goteros encontramos las biope-



**RANGO Y EXPERIENCIA**

Tozer Semillas es una compañía que trae al mercado nuevas y mejores variedades a través de un gran trabajo de Selección y Mejora de productos.

Dentro de nuestro programa de mejora trabajamos productos como la chirivía, calabazas, calabacines, apio, lechugas, coliflores y otros cultivares para satisfacer la demanda de los agricultores y los mercados.

Disponemos de un gran rango de variedades y experiencia en nuestros productos que pueden ser facilitados a través de nuestros representantes en Inglaterra o España.

**SEMILLAS TOZER**

**Central**  
 Móvil +34 679 262810  
 TEL/FAX +34 968 572980  
 e mail tozeriberica@telefonica.net

**Delegación Andalucía**  
 Móvil +34 659 827396  
 TEL/FAX +34 950 466030  
 email tozerandalucia@hotmail.com

www.tozerseeds.com

**Cuadro 4:**

**Efecto de las mezclas peroxiacéticas (T1) sobre el crecimiento en judía en fase vegetativa (semillero) comparados con una fertirrigación tradicional (T0, testigo)**

	Diámetro del tallo (mm)	Altura de la planta (cm)	g planta <sup>-1</sup>				Área Foliar cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup>
			Peso seco Vástago	Peso fresco Raíz	Vástago	Raíz	
T0	4,42	23,13	4,9025	0,6160	0,5925	0,1350	123
T1	4,77	22,62	5,6875	0,8747	0,6716	0,1508	142

Fuente: Datos propios.

lículas (biofilm), que gracias al uso continuado de los peróxidos disminuye su formación.

Son bien conocidos los beneficios de los sistemas recirculantes, que básicamente consisten en un aumento muy importante de la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes (ahorro de agua y fertilizantes). Pero los sistemas cerrados siempre tienen un potencial de aparición de problemas fitosanitarios radicales mayor que los abiertos. Sin bien se han estudiado muchísimos métodos de desinfección

co supervisado permite obtener los beneficios del control sobre los patógenos sin llegar a percibir el nivel nocivo.

Pero sin duda el más importante de los efectos colaterales es la oxigenación radical, de forma que de por sí, este pudiera ser el principal objetivo en su uso (Cuadro 3). Una adecuada oxigenación de las raíces se expresa en una importante mejor absorción de agua y nutrientes que suele ir acompañada no solo de un aumento de la eficiencia de los nutrientes y agua, sino en una mayor producción y menor contaminación ambiental. Siendo por tanto otro ejemplo más del valor ambiental del uso de una química verde.

En la moderna horticultura el insumo de oxígeno en la raíz debe

**En el campo de la horticultura protegida son muchas las empresas e instituciones públicas que han aplicado o investigado sobre diversos aspectos de este importante elemento en horticultura como es la aplicación de los peróxidos**

(Figura 3), en la prácticas son muy pocos los que se han incorporado en campo. El uso de una dotación continua de una mezcla peroxiacética es una solución posible, sin embargo como se ha dicho existe un riesgo importante de fitotoxicidad por acumulación de los productos. De nuevo el manejo técni-



**En primer plano plantas de tomate con avanzado estado de fitotoxicidad por exceso nivel de aplicación de mezclas peroxiacéticas a través del fertirriego**

considerarse como un componente imprescindible tal como se contempla el agua y cada uno de los macro y micronutrientes (Figura 4). Sin embargo, se han descritos ensayos donde la aplicación de sobresaturación de oxígeno por diversos métodos o no daban los resultados deseados o incluso aparecían como contraproducente (Vines et al., 2003). La explicación de estos hechos se debe alguna de las siguientes razones o bien a la combinación de varias: 1. Los productos utilizados no tienen la calidad suficiente o incluyen productos no deseables; 2. La dosificación no es la adecuada; y 3. El manejo no es el adecuado por el momento aplicado, por el cultivar sobre el que se aplica, o combinación de la mezcla.

En el cuadro 4 se pueden observar algunos datos sobre los resultados obtenidos en la fase de desarrollo vegetativo en semillero.

En resumen, el uso de las mezclas peroxiacética constituye una herramienta valiosa para la horticultura protegida y debe tener su lugar destacado en la moderna horticultura.

### Bibliografía

- Gargliardi, G.N., Levys, S.D. 1981. Process for deodorizing aqueous effluent derive from the manufacture of organic chemicals. United States Patent. Patent Number: 4,263,136.
- 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.
- Urrestarazu, M., Mazuela, P.C. 2005. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. Scientia Horticulturae, 106: 484-490.
- Urrestarazu, M., Salas, M.C., Mazuela, P.C., Morales, E. 2006. Bioseguridad a través del agua de riego en la horticultura protegida. Vida Rural, 239: 56-58.
- Vines, J.R.L., Jenkins, P.D., Foyer, C.H., French, M.C., Scott, I.M. 2003. Physiological effects of peracetic acid on hydroponic tomato plants. Ann. appl. Biol. 143: 153-159.