



Medioambiente y poscosecha

Se evalúa el uso de sustancias antisépticas en centrales de poscosecha y se estudia la efectividad de sistemas de tratamiento menos contaminantes que los tradicionales

**Belén Fouz
Marina Serra
Milagros Mateos**

Instituto Tecnológico Agroalimentario, AINIA.

En los almacenes hortofrutícolas, las frutas destinadas a consumo en fresco son sometidas a una serie de operaciones destinadas a garantizar la calidad del producto que van desde la eliminación de suciedad y residuos adheridos al tejido hasta la protección frente a la colonización de microorganismos alterantes (fundamentalmente hongos) y a las pérdidas de agua del tejido.

La forma tradicional de aplicar los tratamientos de desinfección en las líneas de confección incluye el uso de baños, duchas y la combinación de ambos. En estos baños y duchas la concentración de sustancias activas suele ser muy elevada, dependiendo del grado de contaminación (micro y microbiológica) con que la fruta llegue al almacén y de la incidencia de podredumbres en ese momento de la campaña:

1) El agua de baños/duchas se utiliza varias veces hasta ser liberada hacia los canales de desagüe del almacén.

2) La efectividad del tratamiento presenta problemas cuando, con el fin de ahorrar productos, el agua se recicla, añadiendo fungicidas y desinfectantes.

Durante las pruebas, los cítricos se tratan cuidadosamente a los efectos de evitar contaminación con sustancias extrañas.

3) El agua de lavado arrastra la suciedad que cae desde las cajas superiores hasta las cajas situadas en el fondo del palet (gran cantidad de cajas se someten simultáneamente a la acción de la ducha). Resumiendo, los tratamientos tradicionales empleados en la manipulación general de frutas y/o hortalizas están basados, como hemos comentado anteriormente, en el uso de desinfectantes, detergentes, fungicidas y/o recubrimientos céreos al agua, sustancias todas ellas que contribuyen de forma individual y/o combinada a la elevada ecotoxicidad de las aguas residuales de proceso procedentes de almacenes cítricos.

En este estudio se ha evaluado la toxicidad de las sustancias empleadas en los sistemas de tratamiento poscosecha de cítricos utilizando dos de los métodos analíticos oficiales y homologados por la normativa vigente en España (Ley de residuos tóxicos y peligrosos del 13 de Octubre de 1989) para la determinación de la ecotoxicidad de sustancias contaminantes: el bioensayo de inhibición de la luminiscencia en *Photobacterium phosphoreum* y el de inhibición de la movilidad de la *Daphnia magna* straus.

Asimismo, se han estudiado sistemas de tratamiento menos contaminantes, alternativos a los tradicionales, que pudieran ser incorporados en las líneas de confección.

Toxicidad de sustancias activas

Se ha caracterizado la toxicidad de las siguientes sustancias activas (combinadas o no entre sí) empleadas en tratamientos poscosecha: fungicidas (Tiabendazol, Imazalil, Ortofenilfenol y Procloraz) desinfectantes (Hipoclorito sódico), detergente para el tratamiento de fruta en poscosecha y ceras (A, polietileno y goma laca; con un porcentaje de sólidos del 10%; B, polietileno, carnauba y goma laca con un porcentaje de sólidos del 18%).

Toxicidad a nivel individual. Los resultados obtenidos han demostrado que la mayoría de las sustancias estudiadas presentan un apreciable carácter tóxico (medido como unida-

des de toxicidad, U. T.) a las concentraciones de uso normal.

Con respecto a los niveles de toxicidad detectados, hay que destacar:

1) En el caso de los fungicidas, el grado de toxicidad es, en general, elevado (≈ 200 U.T.a concentraciones ≈ 2000 ppm). Sólo en el caso del fungicida TBZ, los valores de toxicidad detectados mediante el bioensayo con *Ph. phosphoreum* han sido mucho más bajos (< 200 U.T).

2) El detergente y las ceras presentan un grado de toxicidad elevado cuando se utiliza el bioensayo con *Ph. phosphoreum* y apenas resultan tóxicos empleando el bioensayo con *D. magna*.

Los tratamientos tradicionales empleados en la manipulación de frutas y hortalizas están basados en el uso de desinfectantes, detergentes, fungicidas y otras sustancias problemáticas para los vertidos procedentes de almacenes cítricos

3) El desinfectante seleccionado presenta un moderado carácter tóxico (110-120 U.T.) a la concentración de uso normal (160 ppm), independientemente del sistema analítico empleado.

En la mayoría de los casos, e independientemente del bioensayo utilizado, el grado de toxicidad de las sustancias se ha correlacionado directamente con la concentración de las mismas, siguiendo un modelo aproximadamente lineal.

Toxicidad de sustancias combinadas. Para la formulación de las mezclas de sustancias se han considerado las combinaciones empleadas en los almacenes de cítricos dedicados tanto a producción tradicional como a producción integrada.

La composición de mezclas representativas y los valores de ecotoxicidad de las mismas, determinados mediante los dos sistemas analíticos, se reflejan

Cuadro 1:
Ecotoxicidad y fungicidas presentes en las mezclas de sustancias activas

Referencia	Efecto	Composición	Microtox (U.T.)	Dafnia (U.T.)
Mezcla 1	Dominancia	OPP (1,3%) Detergente (2450 ppm)	4361	3571
Mezcla 2	Dominancia	TBZ (0,1%) Imazalil (0,5%) Procloraz (0,1%)	2895	1408
Mezcla 3	Dominancia Aditivo Daf	Desinfectante (160 ppm) Detergente (2450 ppm)	1291	77
Mezcla 4	Dominancia	Imazalil (0,004%) Cera B (0,18%)	117,16	5,2
Mezcla 5	Sinérgico (x2)	TBZ (0,5%) Cera B (18%)	10220	456
Mezcla 6	Aditivo	OPP (0,65%) Cera A (10%)	15220	1683
Mezcla 7	Aditivo	TBZ (0,3%) OPP (0,6%) Cera A (10%)	15479	2557
Mezcla 8	Aditivo	Imazalil (0,1%) Procloraz (0,1%)	730	312
Mezcla 9	Sinérgico (x3)	TBZ (0,5%) Imazalil (0,2%) Cera B (18%)	16835	1000

Cuadro 2:
Grado de ecotoxicidad de mezclas de sustancias activas

Sustancia	Grado Toxicidad (Microtox)	Grado Toxicidad (Dafnia)
Cera	Elevado	Bajo-moderado
Detergente	TBZ	Bajo-Moderado-alto
Imazalil (> 1000 ppm)	Moderado-elevado	Moderado

en el Cuadro 1. Los resultados de toxicidad obtenidos han puesto de manifiesto la existencia de efectos dependientes de la naturaleza de la muestra:

1. *Efecto de tipo aditivo*, observado en la mayoría de las mezclas estudiadas: fungicidas a concentraciones similares, fungicida y detergente, detergente y desinfectante, fungicida y cera A (en estos dos últimos tipos de mezclas, sólo cuando se utiliza el bioensayo con *Ph. phosphoreum*).

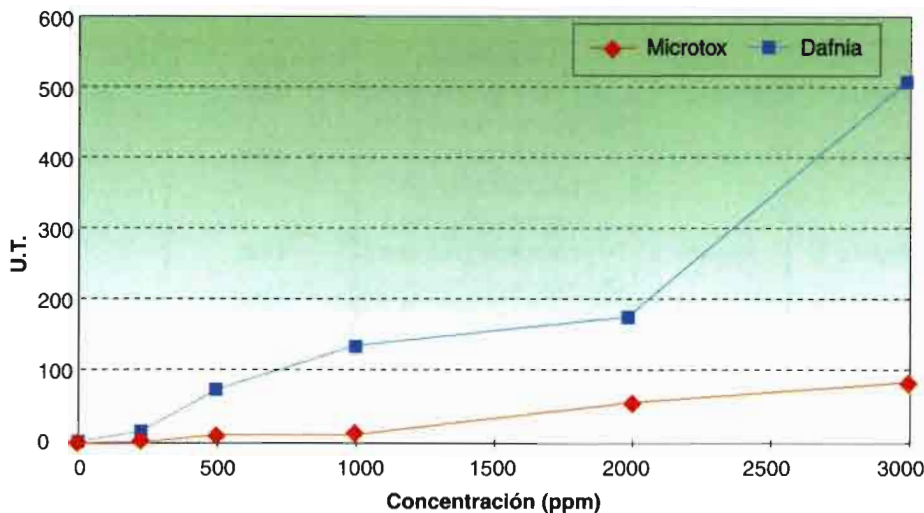
2. *Efecto de tipo sinérgico*, observado en las mezclas compuestas por fungicida y cera B cuando se utiliza el bioensayo con *Ph. phosphoreum*.

3. *Efecto de dominancia*, observa-

do en mezclas de sustancias con diferente grado de toxicidad a nivel individual, en las cuales el valor de toxicidad viene determinado por el componente más tóxico.

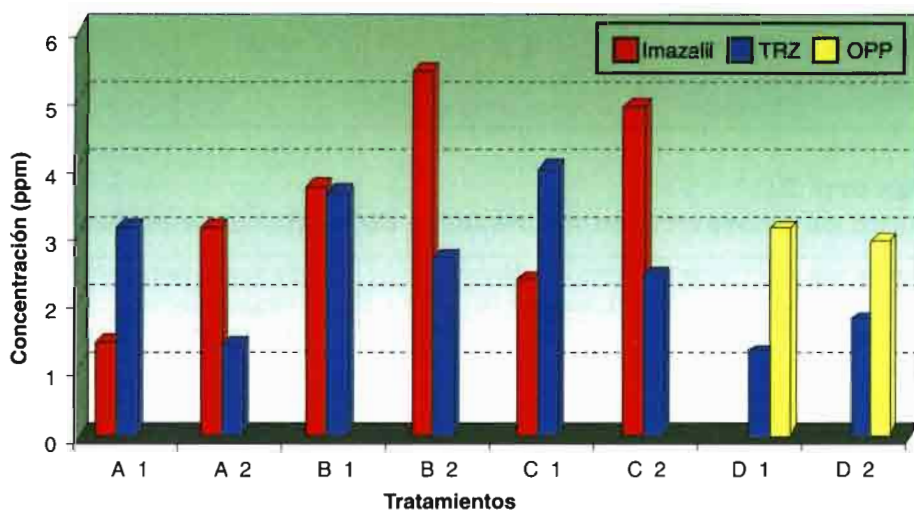
Estos resultados ponen de manifiesto que la combinación de sustancias activas en tratamientos de desinfección de fruta, realizada con el fin de aumentar la efectividad de los mismos, podría traer consigo un importante aumento de la toxicidad final de las aguas de proceso. Teniendo en cuenta las tendencias generales observadas, se podría predecir de forma aproximada cómo la interacción de las diferentes sustancias empleadas en

Figura 1:
Toxicidad versus concentración de producto



En la presente figura 1 se muestra, con el ejemplo del Tiabendazol, el incremento de toxicidad a una mayor concentración de antiséptico. Otros productos mencionados en el texto presentan curvas similares.

Figura 2:
Niveles residuales de fungicidas en fruta



Cuadro 3:
Características de los tratamientos seleccionados

A1	B1	C1	D1
Tiabendazol 5000* Imazalil 2000*	Tiabendazol 2500 * Imazalil 1250 * Tª de aplicación 37°C	Tiabendazol 2500 * Imazalil 1250* Biocida DMC¹ 100*	Ortofenilfenol 2000* Tiabendazol 3000*
A2	B2	C2	D2
Tiabendazol 2500 * Imazalil 1250*	Tiabendazol 2500* Imazalil 1250* Tª de aplicación 47°C	Tiabendazol 2500* Imazalil 1250* Bicarbonato sódico 2%	Ortofenilfenol 1000* Tiabendazol 1500*

* ppm

¹, DCM base natural (DOMCA, S.A.) es un extracto natural de romero, salvia y rutáceas

los sistemas de tratamiento poscosecha repercutiría en los valores de toxicidad de los efluentes del almacén.

Sensibilidad de los sistemas analíticos empleados para determinar la ecotoxicidad

El bioensayo de inhibición de *D. magna* se ha llevado a cabo de acuerdo con el procedimiento estándar para determinar «Toxicidad aguda en *Daphnia*» de la Directiva de la Comisión de las Comunidades Europeas 84/449/CEE (CEE, 1984), considerando que un residuo es tóxico cuando presenta una CL-50 a las 24 h. (CL-50-24h) inferior o igual a 750 mg/litro.

El test de bioluminiscencia es un ensayo de inhibición metabólica que utiliza como organismo indicador una cepa de la especie bacteriana luminiscente *Photobacterium phosphoreum*, sensible a un amplio espectro de compuestos tóxicos. Este sistema de ensayo está totalmente estandarizado (estándar DIN 38412 y norma AFNOR T-90-320).

Ambos "biotests", homologados por la normativa vigente en España para la determinación de la ecotoxicidad, suponen una alternativa mucho más rápida a los clásicos estudios de toxicidad para peces de larga duración y, además, son sensibles a un amplio espectro de sustancias tóxicas presentes en aguas residuales (hidrocarburos, pesticidas, herbicidas...).

Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que la interpretación de los valores de ecotoxicidad de los efluentes no es sencilla, fundamentalmente porque el comportamiento individual de las diferentes sustancias activas estudiadas varía significativamente en función del sistema analítico em-

pleado. Este hecho queda demostrado en el caso de las ceras y detergentes que se utilizan en tratamientos de higienización de frutas. En conclusión, la respuesta de los bioensayos ante diferentes sustancias activas es variable, dependiendo de la naturaleza de los componentes de las mismas (Cuadro 2):

- En el caso del desinfectante y los fungicidas OPP y Procloraz los valores de toxicidad obtenidos con los dos sistemas han sido similares.

- En el caso de las ceras y detergente, la toxicidad ha sido muy elevada utilizando el bioensayo de inhibición de luminiscencia y moderada-baja empleando el de inhibición de movilidad de *D. Magna*.

- En el caso del fungicida TBZ, los valores obtenidos mediante el bioensayo de inhibición de luminiscencia han sido mucho más bajos. La toxicidad del Imazalil a concentraciones mayores de 1000 ppm ha sido mucho más elevada cuando se utiliza el bioensayo de inhibición de luminiscencia.

La interpretación de los valores de los efluentes no es sencilla, dado que las características del comportamiento individual de las diferentes sustancias activas varía según el sistema analítico empleado


Evaluación de tratamientos menos contaminantes que los habituales. Efectividad en fruta

Para realizar los experimentos con fruta a escala piloto, se seleccionaron sistemas de tratamiento combinados menos contaminantes que *a priori* resultarían efectivos y pudieran incorporarse de forma coherente a una línea de confección de producto. Todos los tratamientos han incluido la aplicación de

fungicidas, de ahí que las condiciones de proceso se han fijado teniendo en cuenta que el nivel de residuos en producto había de mantenerse por debajo de los límites marcados por la legislación vigente.

Los fungicidas que se han utilizado en los experimentos de esta fase final del proyecto son aquellos incluidos en la normativa referente a producción Integrada de Cítricos (Imazalil, TBZ y Ortofenilfenol). Estos reglamentos establecen que las materias activas permitidas deberán ser utilizadas en concentraciones tales que supongan que el contenido de residuos en la fruta será del 50% con respecto a los LMRs (límites máximos de residuos permitidos) establecidos por la Legislación europea o por el país de destino al que vaya dirigida la fruta. Esto supone que las sustancias deben ser utilizadas a concentraciones inferiores a las habituales, lo que podría representar en algunos casos una efectividad reducida del tratamiento, con las consiguientes pérdidas debidas a podredumbres y

Bandejas de plástico para plantones jóvenes



75 alveolos (para fresa)	600x400x215 mm.
96 alveolos	600x400x70 mm.
130 alveolos	600x400x50 mm.
240 alveolos vers. baja	600x400x36 mm.
240 alveolos vers. alta	600x400x50 mm.
283 alveolos	600x400x55 mm.
313 alveolos	615x435x55 mm.
304 alveolos	600x400x50 mm.
600 alveolos	600x400x50 mm.

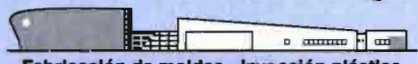
Soporte de cultivo, clips para tomates y tutores para geranios

NOVEDAD • NOVEDAD • NOVEDAD • NOVEDAD • NOVEDAD

Ahora la **BANDEJA DE 294 ALVEOLOS en MEDIDAS ESPAÑOLAS** (696,5 x 456,5 x 50 mm.)

VARIOS MODELOS

SOLUTIONS PLÁSTIQUES



Fabricación de moldes - Inyección plástica

Rue Blaise Pascal - 22300 LANNION - France
Tel.: 33 (0) 296 48 23 67 • Fax: 33 (0) 296 48 44 44
E-mail: rannou@solutionsplastiques.com

UNIVERSAL PLANTAS, S.A.



Productor de Plantas de Rosal
para flor cortada, planta en maceta y jardinería

Varietades
Grand Gala® Vanesa Campello® Starlite® Leonidas® Bolero®...

Planta formada a raíz desnuda
Planta enraizada en maceta



VIVEROS:
Cortijo Castellanos, Apdo. Correos, 17
41300 SAN JOSE DE LA RINCONADA (Sevilla)
Tel.: 954 795 710 • Fax: 954 795 711
e-mail: ups@universalplantas.es
http://www.universalplantas.es

OFICINA TÉCNICA
Apdo. Correos, 65
46380 CHESTE (Valencia)
Tel.: 96 180 41 96 • Fax: 96 180 40 34
e-mail: upsaval@universalplantas.es

Para plantaciones durante todo el año





Material del "kit" de trabajo empleado para la realización del bioensayo de inhibición de *D. Magna*.

Para cumplir con la reglamentación de la producción integrada, las materias activas permitidas por las disposiciones europeas solo pueden ser utilizadas en los tratamientos poscosecha al 50% de la concentración autorizada por las citadas disposiciones

menor calidad de la fruta. La composición de los tratamientos estudiados se indica en el Cuadro 3. Salvo en el tratamiento A1, las concentraciones de fungicidas se han reducido el 50% con respecto a las de uso normal.

Los ensayos se han realizado con naranjas de la variedad Navelina, utilizando aproximadamente 40 kg de producto en cada uno de los tratamientos. Las naranjas provenientes del campo se

SEMILLEROS VIVEROS

PLANTELES

PLANTELES
Vilarnau, Anna & González, Jerónimo, coord.
Visión conjunta de los semilleros hortícolas. Actualmente existen diferencias en técnicas culturales, especies, estructuras productivas, etc., dependiendo de las zonas de cultivo, país, microclima, demandas de mercado y tecnificación.

Oferta
Maestros I + Maestros II
Ref: 891 6.000 Pts.

Solicite su ejemplar en el boletín de pedidos.

Cuadro 4:
Porcentaje acumulado de frutos dañados en producto no inocuado con *P. digitatum* durante el almacenamiento a 8°C

Tiempo de almacenamiento (días)					
Tratam.	10	22	30	45	65
Control	1.2	2.6	3.8	7.8	10.4
A1	0	3.2	4.8	4.8	8
A2	0	4.3	4.3	5.8	7.2
B1	0	0	0	1.5	2.9
B2	0	3.7	3.7	5	5
C1	0	0	0	1.4	9.5
C2	0	4.2	6.9	6.9	8.33
D1	0	0.65	2.6	4	6.5
D2	0	1.9	1.9	1.9	4.6

Cuadro 5:
Porcentaje acumulado de frutos dañados en producto inocuado con *P. digitatum* durante el almacenamiento a 8°C

Tiempo de almacenamiento (días)					
Tratam.	10	22	30	45	65
Control	90	98.7	100		
A1	0	3.4	3.4	18.6	81.3
A2	1.2	3.7	4.9	17	79.3
B1	3.8	5.1	6.3	40	69.6
B2	4.4	6.6	10	33.3	73.3
C1	7.3	8.5	9.8	53.7	87.8
C2	9	9	9	41.5	85.7
D1	10.4	17.4	18.6	43.1	79.8
D2	10.4	14.0	14.0	42.2	73.8

A1, TBZ (5000 ppm) + Imazalil (2000 ppm); A2, TBZ (2500 ppm) + Imazalil (1250 ppm).

B1, TBZ (2500 ppm) + Imazalil (1250 ppm), Tª del baño=37º C;

B2, TBZ (2500 ppm) + Imazalil (1250 ppm), Tª del baño=47º C;

C1, TBZ (2500 ppm) + Imazalil (1250 ppm) + Biocida DMC (100 ppm);

C2, TBZ (2500 ppm) + Imazalil (1250 ppm) + Bicarbonato sódico 2%;

D1, OPP (2000 ppm) + TBZ (3000 ppm); D2, OPP (1000 ppm) + TBZ (1500 ppm).

han lavado con agua clorada para eliminar restos de tierra, materia orgánica..., se han secado parcialmente y se les ha aplicado los tratamientos señalados anteriormente, mediante inmersión en baño durante un minuto.

Tras una etapa de escurrido y secado, se ha pasado a la fase final de encajado mediante la aplicación de la cera B. Inmediatamente después de la aplicación del tratamiento integral, la mitad de los productos se han infectado con una cepa del moho *Penicillium digitatum* (nivel de aproximadamente 10⁵ esporas/fruto, inoculadas en herida externa), uno de los principales causantes de problemas de podredumbres en cítricos durante los períodos de almacenamiento poscosecha. Las naranjas se han almacenado a temperatura de refrigeración (7-8 °C) durante un período de 2 meses, controlándose el nivel de residuos de fungicidas y la incidencia de podredumbres en las mismas.

Los baños utilizados en el tratamiento de fruta se han caracterizado determinando los valores de toxicidad

Exactitud + Etiquetado = Kontrol

EXAKTA aporta tecnología al campo y sigue investigando.

Nuestros técnicos desarrollan la solución que su empresa necesita.

EXAKTA

Port Ginesta, Local 203
08860 Castelldefels
BARCELONA (Spain)

Tel.: +34 936 360 673
Fax: +34 936 361 620

E-mail: exakta@exakta-pack.com

antes (To) y después (Tf) de haber sumergido los frutos y de pH (Figura 6). Los resultados obtenidos en los baños del tratamiento B1 y B2 han sido similares a los obtenidos en los del A2 (el contenido en fungicidas era el mismo). Tal como se esperaba, en los valores de toxicidad de los baños se han observado efectos de tipo aditivo o de dominancia con relación a la toxicidad individual de los componentes de los mismos.

los mismos a la hora de ralentizar la aparición de podredumbres.

En el caso de los frutos no inoculados (Cuadro 4), y a pesar de no haberse detectado grandes diferencias con respecto a los frutos control (no tratados), se ha observado que aquellos tratamientos alternativos en los cuales se incrementaba la temperatura del baño (B1 y B2), y cuya concentración en fungicidas había sido reducida al 50% con respecto a la de

18 % de los frutos tratados se detectaba la aparición de síntomas de podredumbre (Cuadro 5). Así mismo, al final del período de almacenamiento se ha observado que los tratamientos B1 y B2, al igual que ocurría en el caso de los frutos no inoculados, han resultado ligeramente más efectivos que los restantes estudiados. En consecuencia, los resultados obtenidos parecen indicar que un incremento de la temperatura de los baños hasta 37°



Detalle del equipo utilizado en la realización del bioensayo con *Photobacterium phosphoreum*.

En general, la cantidad de fungicidas que ha permanecido en los frutos durante la primera semana de almacenamiento no ha superado los LMRs (Fig. 7). No obstante, es importante destacar que el incremento de la temperatura del baño ha traído consigo un ligero aumento de residuos de fungicida en los frutos. Es el caso de aquellos frutos que recibieron el tratamiento B2 (T° del baño = 47°C), en los cuales la concentración residual del fungicida imazalil (valores de 5,3 ppm) ha superado ligeramente el LMR correspondiente (5 ppm).

La efectividad de los diferentes tratamientos aplicados a los frutos inoculados o no con *P. digitatum* se ha evaluado en función del éxito de

uso normal, han resultado ligeramente más efectivos a lo largo de todo el estudio.

Los tratamientos en los que se utilizaba el fungicida OPP (D1 y D2), independientemente de su concentración, han resultado ligeramente más efectivos. Por tanto, las dosis empleadas en el tratamiento D2 serían suficientes para garantizar la conservación de los frutos en las condiciones ambientales estudiadas.

En los experimentos realizados con frutos infectados en planta piloto, todos los tratamientos estudiados han resultado efectivos en el control de la aparición de podredumbres: a los 30 días de almacenamiento, mientras el 100% de los frutos control (no tratados) aparecían afectados, sólo en el 3 -

Los resultados obtenidos indican que usando una temperatura de 37 °C en los baños, se puede reducir la concentración de los fungicidas utilizados en los tratamientos tradicionales

C posibilitaría la reducción de la concentración de los fungicidas empleada en los tratamientos tradicionales, manteniendo la efectividad de los mismos y sin implicar un aumento significativo en el nivel de residuos en fruto.

Dicha reducción sería, además, muy ventajosa desde el punto de vista medioambiental, ya que supondría una importante disminución de los valores de toxicidad de los efluentes generados.

La versión completa del artículo se halla en Internet: www.horticom.com/tem_aut/poscosec/ainia.html

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Industria y Energía (Proyecto R352/1998, Programa de Fomento de Tecnología Industrial, Iniciativa ATYCA). De la misma forma, la colaboración de la empresa Tecnidex, Técnicas de desinfección, S.A., ha sido de gran ayuda para el desarrollo de este proyecto.