

Posibilidades de sustitución de los productos químicos de síntesis en postcosecha de fruta de pepita

Sistemas alternativos para el control de podredumbres y del escaldado de la fruta

J. Usall ⁽¹⁾, V. Llorens ⁽²⁾ e I. Viñas ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Area Postcollita. IRTA. Centre UdL-IRTA. Lleida.

⁽²⁾ Servei Tècnic Postcollita. IRTAplus. Lleida.

⁽³⁾ Area Postcollita. Universitat de Lleida. Centre UdL-IRTA. Av. Rovira Roure, Lleida.

Existe la necesidad de desarrollar nuevos y efectivos métodos de control de las alteraciones en postcosecha de fruta, los cuales sean aceptados por las nuevas exigencias del consumidor y que no supongan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. El uso de técnicas no químicas y los tratamientos con pesticidas no selectivos o de bajo riesgo podrían ser en el futuro próximo respuestas para esta necesidad. En este artículo se detallan los posibles sistemas alternativos para el control de podredumbres y para control del escaldado de la fruta.

La fruta, al ser un producto perecedero y consumido mayoritariamente en fresco, precisa de una tecnología adecuada para su conservación, que le permita preservar en el tiempo sus características organolépticas, así como su apariencia. Pero para poder conseguir estos objetivos hay que hacer frente a varios problemas, entre ellos, la pérdida de peso, las alteraciones fisiológicas y las podredumbres, siendo los mohos los principales causantes de estas últimas.

Históricamente, las pérdidas causadas por alteraciones (fisiopatías y podredumbres) se han intentado controlar mediante la utilización de productos químicos de síntesis. Este método es actualmente el más utilizado, fundamentalmente a causa de su relativo bajo coste y la comodidad

en su aplicación. Pero la utilización masiva, y en algunos casos poco controlada, de estos pesticidas ha generado una serie de problemas, como son el incremento de residuos en los frutos, la aparición de cepas fúngicas resistentes a los fungicidas habitualmente utilizados y la posible aparición de enfermedades iatrogénicas.

En el caso de la fruta de pepita, actualmente se recomienda hacer tratamientos siempre que su período de frigoconservación sea igual o superior a tres meses. En el caso de que dicho período sea inferior, se considera suficiente implementar las siguientes medidas: controlar la calidad de las partidas a la entrada en central, limpiar y desinfectar cuidadosamente instalaciones y envases y establecer y mantener unas correctas condiciones de frío y, en su caso, atmósfera controlada durante la conservación. Si estas recomendaciones se siguieran estrictamente, se solucionaría parte del problema, pero la dificultad de programar las ventas y el deseo de no correr

riesgos hacen que su seguimiento sea limitado.

Existe, pues, una necesidad de desarrollar nuevos y efectivos métodos de control de las alteraciones en postcosecha de fruta, los cuales sean aceptados por las nuevas exigencias del consumidor y que no supongan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. El uso de técnicas no químicas y los tratamientos con pesticidas no selectivos o de bajo riesgo podrían ser en el futuro próximo respuestas para esta necesidad.

Debido al problema que representan los residuos de productos químicos para la salud humana los diferentes Estados, y en especial los más desarrollados económicamente, han establecido una serie de límites máximos de residuos (LMR) bastante restrictivos, en muchos casos por debajo de los recomendados por el *Codex Alimentarius* (FAO/OMS). La existencia de diferencias entre los Estados miembros de la UE con respecto a los contenidos máximos permitidos de estos residuos de plaguicidas representa en algunos casos una barrera para el comercio y en especial para las exportaciones de nuestra fruta al resto de los países de la UE. Para eliminar estos obstáculos y favorecer la libre circulación de mercancías, el Consejo de la UE en la directriz 76/895/CEE y en la modificada en la 89/186/CEE intenta uniformizar las legislaciones de los diferentes Estados, objetivo que no se ha conseguido todavía, ya que queda por regular la mayoría de los plaguicidas. Además, hay que añadir las exigencias, en algunos casos poco coherentes,

LA MAYORÍA DE LOS RESULTADOS COINCIDEN

en que el ozono tiene un gran potencial como desinfectante de los ambientes y del agua de bañado de la fruta, pero no sirve para controlar las infecciones existentes, debido a su baja capacidad de penetración. Sin embargo, si se conserva la fruta en atmósfera ionizada, se puede llegar a evitar la esporulación de la fruta afectada, con lo que se reduciría la recontaminación de la fruta almacenada

de las grandes cadenas de distribución de fruta, lo que dificulta aún más la correcta planificación de los tratamientos postcosecha, ya que a veces se elige una estrategia de control de alteraciones en función del posible destino comercial y no por criterios técnicos.

► Posibles sistemas alternativos

Los tratamientos químicos de postcosecha están basados en el empleo de plaguicidas. De entre los productos utilizados destacan dos grandes grupos que se caracterizan por su actividad biológica o finalidad:

- Fungicidas, cuya finalidad es combatir o prevenir la acción de agentes perjudiciales, concretamente hongos. Entre ellos, los más importantes para fruta de pepita son: *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria* spp y *Rhizopus stolonifer*. Los principales productos autorizados son imazalil, tiabendazol, iprodiona, ortofenil fenato sódico, metiltiofanato, captan y folpet (los dos últimos con un bajo efecto fungicida).

La eficacia de los tratamientos con fungicidas tiene ciertas limitaciones; por ejemplo, no existe ninguno autorizado que sea efectivo para el control de *Rhizopus*.

- Inhibidores fisiológicos del escaldado, cuya finalidad es preservar la epidermis de la fruta libre de lesiones ocasionadas por la oxidación de determinados compuestos. Los dos productos antiescaldantes que pueden utili-



Peras de la variedad Blanquilla afectadas por podredumbres.

zarse actualmente para el tratamiento de fruta de pepita son la etoxiquina y la difenilamina (DPA). En ambos casos, la dosis utilizada debe ajustarse a la variedad tratada y al estado de madurez de los frutos.

Es habitual también añadir cloruro de calcio al agua de bañado para reducir la incidencia de Bitter pit. Su efectividad no es muy clara, por lo que podría eliminarse si se realizaran unos buenos tratamientos de calcio en precosecha.

Las alternativas que vamos a comentar en este artículo también estarán divididas en estos dos grandes apartados.

► Control de podredumbres

Medidas profilácticas

Para que se produzca una podredumbre es necesario que se cumplan cinco condiciones:

- Nivel suficiente de inóculo.

- Contacto del inóculo con la fruta.
- Existencia de vías de penetración.
- Condiciones ambientales adecuadas.
- Nivel de susceptibilidad del fruto.

Las fuentes de inóculo de los patógenos que causan las podredumbres en postcosecha suelen ser el campo y/o la central hortofrutícola. *P. expansum* es un hongo que está presente fundamentalmente en la central, lo que significa que podemos encontrarlo en las superficies de la línea de confección, en los embalajes, en las paredes, suelos y techos de las cámaras frigoríficas, etc. *R. stolonifer*, *A. alternata* y *B. cinerea* son hongos que están dispersos tanto en el campo (tierra, ambiente, restos de frutos de la campaña anterior, etc.) como en la central.

Tan importante como conocer las fuentes de inóculo de los pa-

tógenos es saber cómo llegan a la superficie del fruto. En general, la diseminación de estos patógenos tiene lugar principalmente en el *drencher*, donde las esporas de frutos contaminados pueden llegar a frutos que inicialmente no lo estaban, sobre todo al final de la jornada de trabajo, cuando la solución fungicida se ha ido cargando de materia orgánica procedente de los embalajes de campo, de la propia fruta, etc., lo que va mermando la actividad antifúngica de la solución. Además, también pueden entrar en contacto con el fruto a través de los envases, en las cámaras frigoríficas, etc. En el caso de *R. stolonifer* y *A. alternata*, que también están presentes en el campo, pueden llegar a la superficie del fruto si entran en contacto con la tierra, ya sea por las salpicaduras del agua de lluvia, o porque en la recolección se hayan utilizado frutos que han caído al suelo. *B. cinerea* puede, además, diseminarse a través del aire.

Pero para que la podredumbre se desarrolle, además de tener un nivel de inóculo suficiente sobre la superficie del fruto, ha de entrar al interior del mismo a través de una vía de entrada. Estas vías de penetración pueden ser heridas ocasionadas principalmente durante la recolección y/o el manejo posterior o a través del pedúnculo (*P. expansum* y *B. cinerea*), a través de la zona calicina (caso típico de *A. alternata* y también ocasionalmente de *P. expansum*), por los propios medios procedentes de frutos podridos, cargados de esporas y enzimas, como es el caso de *R. stolonifer*,

COSECHADORAS DE OCASIÓN



www.enriquesegura.com



Polígono industrial Sector 4, nº 9
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza). España
Tfno.: 976 18 50 20 • Fax: 976 18 53 74

Móvil: 609 300 299 E-mail: enrique@enriquesegura.com

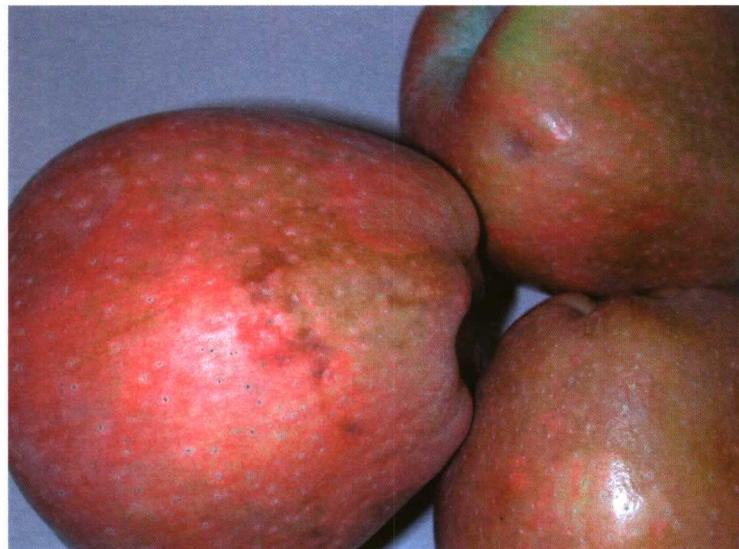
y a través de la zona carpelar (*A. alternata* y *P. expansum*).

Finalmente, hay que tener en cuenta que aunque se hayan dado los factores anteriores (nivel suficiente de inóculo, contacto con la fruta y vía de entrada), si las condiciones ambientales de temperatura, humedad, etc. no son las adecuadas, la podredumbre no se desarrollará. De todas formas, las condiciones habituales de conservación, en general, no evitan la aparición de podredumbres, simplemente la retrasan.

Un abonado equilibrado con nitrógeno, fósforo y potasio y una correcta planificación de los riegos pueden incidir en la resistencia natural que presentan los frutos a desarrollar podredumbres.

El momento de la recolección es, sin lugar a dudas, uno de los puntos clave en la lucha contra las enfermedades. Ésta debe realizarse con extremada precaución, evitando al máximo la producción de golpes y heridas, y por consiguiente de vías de entrada del patógeno. Además, se deben descartar los frutos ya afectados por podredumbres, los que han caído en el suelo y han podido contaminarse con esporas, los que presentan heridas en la piel, etc., o bien separarlos del resto para ser tratados según sus condiciones. Asimismo, los envases de campo deben mantenerse libres de tierra y de restos vegetales que podrían provocar contaminaciones en el *drencher*.

La limpieza y desinfección de envases y de las instalaciones, al inicio de la campaña y periódicamente durante la misma, resulta imprescindible para evitar reinfecciones en los frutos. En el caso de los envases, es conveniente eliminar los restos de tierra y los restos vegetales previamente a su desinfección mediante el *drencher* con un producto fungicida. Del mismo modo, ha de realizarse una limpieza exhaustiva de las instalaciones de la central hortofrutícola (de la línea de manipulación, de las cámaras frigoríficas, de los pasillos, etc.) para evitar que la materia orgánica interfiera en la actividad del producto desinfectante y,



Manzanas Red Delicious con presencia de escaldado superficial.



Aplicación semicomercial de la cepa de control biológico de *Candida sake* en manzanas, para el control de las podredumbres de postcosecha.

previa comprobación del nivel de contaminación, desinfectarse según la carga contaminante con el método que se considere más adecuado.

Tratamientos con gas

La atmósfera controlada, con bajos niveles de oxígeno (1-3%) y relativamente altos de CO₂ (1-3%), tiene un efecto directo sobre los hongos ralentizando su actividad, pero no la evitan, y un efecto indirecto, ya que ayuda a mantener la resistencia natural del fruto a la infección, pero en ningún caso se puede considerar un sistema de control.

Hay estudios que indican que

concentraciones muy elevadas de CO₂ (entre 10-20%) durante varios días pueden reducir de forma importante el desarrollo de podredumbres, aunque en algunos casos se pueden producir daños en la fruta (Porrirt y Meheriuk, 1977). Pero su aplicación comercial es muy dudosa.

El ozono es un gas muy inestable que se encuentra en la naturaleza de forma natural y se descompone espontáneamente o por contacto con superficies oxidables. Ya hace tiempo que se utiliza como desinfectante del aire y del agua debido a su alto poder oxidativo, mediante generación artificial. Hay muchos es-

tudios que tratan de evaluar su aplicación para reducir las enfermedades postcosecha de fruta mediante tratamientos en aire o en agua. Esta técnica tiene la ventaja de no dejar residuos en la superficie del fruto pero, por otra parte, dosis relativamente bajas durante la aplicación son tóxicas para la salud humana.

La mayoría de los resultados coinciden en que el ozono tiene un gran potencial como desinfectante de los ambientes y del agua de bañado de la fruta, pero no sirve para controlar las infecciones existentes, debido a su baja capacidad de penetración, aunque si se conserva la fruta en atmósfera ionizada, se puede llegar a evitar la esporulación de la fruta afectada, con lo que se reduciría la recontaminación de la fruta almacenada (Krause y Weidensaul, 1977; Palou y col., 2001; Smilnick y col., 1999).

Aceites esenciales y extractos de plantas

Se trata de sustancias químicas derivadas de plantas que presentan carácter antifúngico en el control de los frutos podridos en postcosecha. Estos compuestos dejan unos residuos en la superficie del fruto muy bajos o incluso no detectables y, además, se degradan o metabolizan rápidamente en el tejido. No obstante, los buenos resultados que presentan algunos de estos aceites, se corresponden, en la mayoría de los casos, a estudios enfocados a evaluar la actividad antifúngica de los diferentes compuestos *in vitro*, obteniéndose, en general, unos niveles de reducción en el crecimiento micelial muy elevados (Wilson y col., 1997). En los pocos estudios en que se evalúa la eficacia de estos compuestos *in vivo* directamente en fruta los resultados no son tan satisfactorios, necesitando de una metodología especial de aplicación para obtener unos niveles de control aceptables. En estos momentos no hay ninguna de estas sustancias disponible para nuestros productores, aunque sí que ha habido algún intento que no ha fructificado de desarrollo comercial, a partir de los estudios reali-

zados por la facultad de Farmacia de la Universidad de Navarra.

Microorganismos antagónicos

Se obtienen a partir de microorganismos epifíticos (bacterias y levaduras) de diversos productos vegetales (manzana, uva, tomate, etc.); con capacidad inhibidora de las principales enfermedades de postcosecha. El control microbiológico de las enfermedades de postcosecha ha sido una de las alternativas estudiadas con más profundidad en los últimos quince años y que presenta unas buenas perspectivas de desarrollo tecnológico viable. Por otra parte, a medida que se conocen mejor determinados aspectos genéticos y de la ecología microbiana de estos microorganismos y que se mejoran aquellos aspectos relacionados con la tecnología de su formulación y aplicación, aumentan las posibilidades de éxito de la implementación de esta tecnología en las centrales hortofrutícolas. De hecho, muchos analistas sobre industrias y negocios de pesticidas están de acuerdo en afirmar que la transición desde el control químico al biológico, si bien será gradual, es inevitable. Los dos principales factores que determinan que sea o no factible la utilización de un determinado agente de biocontrol son su fiabilidad y la rentabilidad económica.

En la actualidad ya existen productos comerciales disponibles en los Emiratos Árabes Unidos, Israel y Sudáfrica, pero no aún en Europa, debido a la dificultad de su registro. Esta dificultad de registrar en Europa contrasta con las ayudas que reciben los grupos de investigación para desarrollar agentes de biocontrol. Este es el caso de nuestro

equipo del Área de Postcosecha del Centre UdL-IRTA, el cual viene trabajando en el control biológico de enfermedades de postcosecha de fruta desde 1990. Durante estos años se han aislado y ensayado más de 1.500 microorganismos para determinar su capacidad de control frente a *Penicillium expansum*, el principal agente causal de podredumbres en fruta de pepita. Posteriormente, los más efectivos fueron ensayados frente al resto de patógenos de postcosecha. Las dos cepas que mostraron mayor capacidad inhibidora fueron identificadas como *Candida sake* y *Pantoea agglomerans* (Usall y col., 2001; Viñas y col., 1998). Esta segunda cepa también ha mostrado una alta efectividad en el control de las principales enfermedades de cítricos. Todos los estudios de efectividad, producción y formulación ya están concluidos y las dos cepas transferidas a empresas del sector y a la espera del registro para su comercialización.

Control del escaldado

Manejo en campo de la fruta

El escaldado superficial de la fruta de pepita está muy relacionado con el material vegetal, los factores ambientales y las técnicas culturales aplicadas al fruto durante su desarrollo, por lo que conocer estos aspectos nos puede ayudar a planificar mejor las acciones a desarrollar para poder minimizar sus efectos.

Algunos de los aspectos que hay que tener en cuenta son la especie y la variedad, ya que algunas son muy sensibles, como es el caso de las manzanas Granny Smith y las variedades rojas, mientras que la sensibilidad

EL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES DE POSTCOSECHA ha sido una de las alternativas estudiadas con más profundidad en los últimos quince años y que presenta unas buenas perspectivas de desarrollo tecnológico viable



MINI chisel

Mantenimiento Cero

El sistema Non Stop patentado por Ovlac a base de tacos de caucho aporta todas las ventajas de un sistema tradicional de muelle y elimina totalmente el mantenimiento. Sin bulones. Sin casquillos. Olvídate de engrasar. Olvídate de las holguras.

 **OVLAC**



OVLAC, S.A.
POLIGONO INDUSTRIAL, P-163
E-34200 VENTA DE BAÑOS (PALENCIA) ESPAÑA
Tel.: +34 979 76 10 11
Fax: +34 979 76 10 22
E-mail: comercial@ovlac.com
Web: <http://www.ovlac.com>

es mucho menor en Golden Delicious. Otro factor muy importante es el estado de madurez del fruto, aumentando su susceptibilidad si los frutos se recolectan más verdes.

Las altas temperaturas durante el verano y los climas secos durante el desarrollo del fruto aumentan su sensibilidad al escaldado. Estos factores no los se pueden modificar, pero su conocimiento ayudará a predecir el riesgo potencial de su aparición.

En cambio, hay técnicas culturales que sí podemos realizar para reducir la sensibilidad del fruto, como son los tratamientos de calcio y de fósforo y evitar aportes excesivos de nitrógeno y potasio, así como un estrés hídrico excesivo.

Por lo tanto, con un buen manejo del abonado y recolectando la fruta en un correcto estado de madurez, se puede reducir de forma muy importante la aparición del escaldado en las variedades poco sensibles, teniendo en cuenta las condiciones climáticas del año.

Atmósferas controladas

Otro factor importante son las condiciones de conservación del fruto posteriores a su recolección. Hay que tener en cuenta que los síntomas no aparecen si los frutos no se conservan en frío y que afloran al sacar los frutos de la cámara de conservación y ponerlos a temperatura ambiente.

Dentro de los parámetros de conservación destacan:

- Hay mayor riesgo cuanto menor sea la temperatura de conservación.

- Cuanto más tiempo permanece la fruta en frío, mayor es el riesgo de aparición del escaldado; en general, si se conserva menos de tres meses en frío, no surge.

- La reducción de la concentración de O₂ y el aumento del CO₂ reducen la incidencia.

- Es importante una adecuada recirculación del aire en el interior de la cámara frigorífica.

Un buen manejo de la conservación, unido al manejo en campo, puede evitar la utilización de productos químicos de síntesis



Sistema de aplicación del 1-MCP en manzanas.

EL 1-MCP SE PRESENTA FORMULADO EN POLVO Y SU APLICACIÓN se realiza a través de empresas autorizadas por la empresa propietaria del producto. De su comportamiento cabe destacar su baja toxicidad, tanto por su empleo a baja dosis, como por la ausencia de degradación en productos tóxicos

en las variedades menos sensibles. En las más sensibles y para largas conservaciones va a ser necesario realizar algún tratamiento para evitar el escaldado, pero si eso es necesario, hay algunas alternativas a los productos químicos tradicionales, las cuales comentamos a continuación.

1-MCP

Es un compuesto análogo al etileno, que compite con él por su modo de acción respecto a los frutos y otros productos vegetales. Desde el descubrimiento en 1996 de la propiedad inhibidora

de la acción del etileno, los primeros trabajos y el desarrollo del producto se efectuaron con flores, por el efecto de retrasar su senescencia natural. Actualmente, aunque se está investigando en su aplicación en variedades de pera, el producto está registrado únicamente para su aplicación en manzana. Ya hace varios años que se aplica con el nombre comercial de SmartFresh en algunos países de Europa y en Argentina, Chile, Nueva Zelanda y Estados Unidos, entre otros. En España es éste el primer año en el que se podrá utilizar de forma generalizada, aunque el año pasado ya se pudo aplicar de forma restringida en Cataluña.

El producto se presenta formulado en polvo y su aplicación se realiza a través de empresas autorizadas por la empresa propietaria del producto. De su comportamiento cabe destacar su baja toxicidad, tanto por su empleo a baja dosis (inferior a 1 ppm), como por la ausencia de degradación en productos tóxicos. La aplicación se realiza de forma gaseosa, a través de la volatilización del compuesto en contacto con agua caliente (40°C), con agitación o aireación. Para el cálculo de la cantidad de producto a aplicar se tendrá que tener en cuenta no sólo la dosis recomendada para la variedad, sino también el volumen del recinto, la temperatura de aplicación y la duración del tratamiento.

Además de los efectos de inhibición de la acción del etileno, se ha demostrado su efectividad

en otros aspectos relacionados con la maduración como el mantenimiento de la dureza de la pulpa, del contenido de ácidos y del color verde de la epidermis o el control de determinados desórdenes fisiológicos, como el escaldado. Por este último efecto es por el que el producto supone una alternativa a los tratamientos antiescaldantes (Valentines y col., 2005). Por otra parte, aunque su efectividad para reducir el proceso de maduración ha sido demostrada en muchas especies, para conseguir la máxima calidad en el momento de consumo, no basta con retrasar la pérdida de dureza de la pulpa, sino que debe asegurarse la maduración final de la fruta sin el desarrollo de alteraciones. Hay que tener en cuenta que una dosis demasiado elevada de producto puede retrasar la maduración permanentemente, ocasionando la aparición de ciertas alteraciones fisiológicas que pueden afectar a la calidad del producto en el momento de su comercialización. De ahí la importancia de definir la concentración óptima en función de la especie, la variedad y las condiciones térmicas del tratamiento.

Otros productos

Hay otros productos o técnicas en el mercado que dicen que tienen efecto en la reducción del escaldado, pero no se aplican de forma generalizada y nosotros no tenemos estudios suficientemente concluyentes que permitan recomendar su utilización. ■

Bibliografía

- Krause, C. R., and Weidensaul, T. C. 1977. Effects of ozone on the sporulation, germination and pathogenicity of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 68:195-198.
- Palou, L., Smilanick, J. L., Crisosto, C. H., Mansour, M., 2001. Effect of gaseous ozone exposure on the development of green and blue molds on cold stored citrus fruit. *Plant Disease* 85: 632-638
- Porrirt, S.W., Meheriuk, R.P., 1977. Effect of CO₂ treatment on storage behaviour of apples and pears. *A Proc. 2th Int. CA Res. Conf.* (April, 5-7, 1977) East Lansing, Michigan, USA. P 170-174
- Smilanick, J. L., Crisosto, C. H., and Milkota, F. 1999. Postharvest use of ozone on fresh fruit. *Perishables Handling* 99:10-14.
- Usall J., Teixidó N., Torres R., Ochoa de Erbe X., Viñas I. 2001. Pilot test of *Candida sake* (CPA-1) applications to control postharvest blue mold on apple fruits. *Postharvest Biol. Technol* 21:147-156
- Valentines, C.; Vilaplana, R.; Torres, R.; Usall, J.; Larrigaudière, C. (2005). 1-MCP: Una nueva alternativa para mejorar el almacenamiento y la calidad de la fruta. *Fruticultura Profesional*, 153: 37-44.
- Viñas, I.; Usall, J.; Teixidó, N.; Sanchis, V. 1998. Biological control of major postharvest pathogens on apple with *Candida sake*. *International Journal of Food Microbiology*, 40: 9-16.
- Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E. (1997) Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 81, 204-210