

TRATAMIENTOS QUÍMICOS, SU CORRECTA APLICACIÓN Y LOS RIESGOS DE SU EMPLEO SISTEMÁTICO

# Tratamientos postcosecha en fruta de pepita

Victoria Llorens<sup>1</sup> y Josep Usall<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Servei Tècnic Postcollita. IRTAplus. Lleida.

<sup>2</sup> Àrea Postcollita. IRTA. Centre UdL-IRTA. Lleida.

**La desestacionalización en el consumo de frutas, así como el aumento de su producción a nivel mundial, hacen aún más necesaria la aplicación de tratamientos postcosecha en fruta de pepita y su constante innovación, teniendo como premisas fundamentales ya no sólo el mantenimiento de la calidad del producto, sino la garantía de una seguridad alimentaria que cada vez más exige el consumidor.**



Las variedades de pepita, al igual que el resto de frutas, presentan unas necesidades básicas de conservación tras su cosecha. Estas necesidades deben ser garantizadas en la mayor medida posible para permitir el mantenimiento de las características organolépticas, cualitativas e incluso la integridad de estos frutos, que pueden resultar alterados por el hecho de tratarse de productos perecederos, sometidos a procesos intrínsecos de maduración y senescencia y a la interacción de organismos como los hongos.

Frente a estas necesidades, se han desarrollado y se aplican una serie de tecnologías referentes a aspectos de frigoconservación y de utilización de atmósferas controladas y de tratamientos, tanto de origen químico como físico.

## Tratamientos químicos

Los tratamientos químicos de postcosecha están basados en el empleo de productos fitosanitarios de síntesis, básicamente. Dentro de este tipo de productos, existen dos grupos fundamentales, según su finalidad: antifúngicos y antiescaldantes.

### Productos antifúngicos

Se trata de los productos fungicidas, formulados con el fin de combatir o prevenir la acción de los hongos fitopatógenos. En el caso de la fruta de pepita en postcosecha, las principales podredumbres que aparecen están causadas por cinco especies fúngicas: *Penicillium expansum*, *Rhizopus stolonifer*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* y *Gloeosporium* spp. De todas ellas, la especie más importante es *Penicillium expansum*, con un 70-80% de la incidencia total, tanto en términos de frecuencia de aparición como de volumen de daños causados.

Dentro de los fungicidas utilizados, el más efectivo sigue siendo el imazalil (por su correcto control frente a *P. expansum*); aunque también son interesantes el tiabendazol y la iprodiona que, a pesar de haber generado con su uso ciertas resistencias, permiten ampliar el espectro de acción del imazalil (frente a hongos como *Alternaria* sp. o *Gloeosporium* sp.). Algunos de estos productos se suelen mezclar con folpet, al cual se le atribuye un efecto cicatrizante, pero su eficacia no está bien documentada.

Actualmente, en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del MAPA, dentro de los fungicidas autorizados en postcosecha de fruta de pepita, figuran, además de estas tres, cuatro materias activas más, cuya aplicación técnica resulta más dudosa, bien por su menor eficacia, o por las restricciones a su uso que plantean algunos países, según el caso.

También hay que indicar que recientemente se está poniendo en duda la continuidad del imazalil en el Registro Oficial o la posible drástica reducción de los límites máximos de residuos admitidos para este producto, debido a la aparición de algunos informes que indicaban un alto grado de toxicidad de este producto.

Aun contando con este gran abanico de fungicidas de síntesis (en total en el registro español figuran hasta 31 formulados diferentes), el control del desarrollo de hongos en postcosecha de fruta de pepita presenta dos limitaciones fundamentales: no existen fungicidas autorizados que controlen el desarrollo de mucorales (entre los que se incluye a *Rhizopus stolonifer*) y no se puede garantizar un control fúngico óptimo con los productos autorizados si la fuente de inóculo en envases e instalaciones de conservación es elevada.

Los tratamientos químicos de postcosecha están basados en el empleo de productos fitosanitarios de síntesis, básicamente. Dentro de este tipo de productos, existen dos grupos fundamentales, según su finalidad: antifúngicos y antiescaldantes

## Productos antiescaldantes

Son los utilizados para el control del escaldado en frigoconservación.

El escaldado superficial (o escaldado de almacenamiento) es una alteración fisiológica que puede considerarse como un tipo de daño por frío. El fundamento de este proceso consiste en la oxidación del  $\alpha$ -farneseno (compuesto volátil sintetizado de manera natural por los frutos de pepita) en una serie de compuestos (trienos conjugados) que son fitotóxicos para las membranas celulares, hasta el punto de llegar a causar la muerte celular en las capas más externas de la epidermis del fruto. Este daño se traduce en una serie de manchas marrones, de forma irregular, que normalmente sólo afectan a la epidermis, pero que en casos más severos presentan un aspecto rugoso y pueden penetrar hasta unos milímetros en la pulpa del fruto.

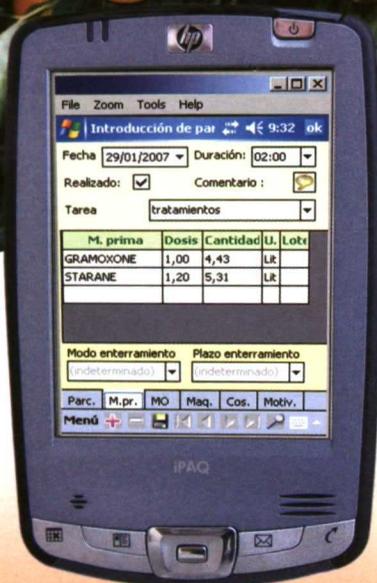
Los productos antiescaldantes tradicionales impiden la oxidación



Podredumbre en manzana roja por mucoral.

del  $\alpha$ -farneseno y, por lo tanto, la aparición de los característicos síntomas en la epidermis de los frutos afectados por la alteración. En la actualidad, siguen aplicándose de manera habitual dos materias activas: difenilamina y etoxiquina. A nivel técnico, la difenilamina presenta la ventaja de que es más eficiente en variedades de mayor sensibilidad al escaldado (Red Delicious, Granny Smith), mientras que la etoxiquina presenta las ventajas de ser más eficiente en el control de

## Programas informáticos para la fruticultura



Visítanos  
en Sant Miquel

- > Costes de producción por parcela, cultivo, pie
- > Trazabilidad, Producción Integrada, EurepGAP
- > Control de almacén: compras, consumos, stocks
- > GPS: medición de fincas y trabajo con cartografía
- > Contabilidad y facturación
- > Agri-Pocket: recogida y consulta de datos in situ



REMITIR A :  
ISAGRI - C/ESPINOSA, 8 - 410  
46008 VALENCIA  
tlfno: 902 170 570. fax: 902 170 569.  
E-mail : isagri@isagri.es  
Internet : www.isagri.es

- Deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI de :
- Fruticultura
- Otros : .....

Empresa : .....

Nombre : .....

Dirección : .....

C.P : .....

Localidad : .....

Tfno : .....

Móvil : .....



Escaldado superficial en manzana Granny Smith.

escaldado en variedades de pera y de no provocar fitotoxicidad al aplicarse en Golden.

Al igual que sucede con los fungicidas de síntesis, su efectividad en la prevención del escaldado en este caso, puede verse limitada por determinados aspectos como su aplicación sobre productos recolectados antes del momento óptimo de cosecha ("verdes") o el seguimiento de prácticas postcosecha inadecuadas (demora entre el momento de cosecha y la aplicación del tratamiento antiescaldante, contenidos elevados de oxígeno en cámara a lo largo de la conservación de variedades especialmente sensibles al escaldado, etc.).

Independientemente de sus posibles limitaciones técnicas, hay que tener en cuenta otros aspectos que ponen freno al empleo extendido de la difenilamina y la etoxiquina. Ambos productos son mal aceptados por el consumidor final, a lo que ha contribuido el hecho de que, debido a su elevado poder de penetración en pulpa, proporcionen en algunos casos sabores extraños a los frutos tratados.

Como alternativa, dentro de los productos de síntesis con actividad antiescaldante, se está aplicando en los últimos años el 1-MCP.

La base fisiológica de los efectos del 1-MCP sobre el producto recolectado (tanto para variedades de frutas como de hortalizas) es el bloqueo que ejerce sobre la acción del etileno, compuesto que, entre otras funciones, promueve la síntesis de  $\alpha$ -farnaseno por el fruto. De este modo, en ausencia del  $\alpha$ -farnaseno, desaparece la posibilidad de su oxidación en compuestos fitotóxicos y de la aparición de síntomas de escaldado, aun sometiendo el producto a temperaturas propias de frigoconservación.

Las principales ventajas de este producto frente a los antiescaldantes químicos tradicionales u otros métodos físicos son: su eficacia y especificidad, la durabilidad de su acción (porque el bloqueo del etileno es irreversible) y su baja toxicidad (ya que se utiliza a dosis inferiores a 1 ppm y no se degrada en productos tóxicos).

El empleo de este producto presenta como principal inconveniente (aparte del elevado coste de aplicación) que para optimizar su efecto deben ajustarse en cada aplicación ciertos aspectos: dosis, tiempo y temperatura de tratamiento; fecha óptima de recolección de los frutos a tratar; discriminación de las partidas no aptas para el trata-

miento por presentar bajos contenidos en calcio (caso de la manzana); empleo de una técnica de frigoconservación particular (caso de pera). Por todo ello, su aplicación no parece que vaya a ser generalizada para toda la fruta que se conserva, sino para un cierto tipo de fruta al que se le espera sacar un precio de venta superior.

A pesar de estas particularidades, desde finales de la década de los noventa el 1-MCP se ha venido utilizando con éxito en países como Estados Unidos, Canadá, Chile, Argentina, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda, China, Corea, Turquía e Israel.

En los países europeos no comenzó a utilizarse hasta 2003, aunque, debido a una legislación más exigente en estos aspectos, no fue hasta febrero de 2006 cuando se publicó en el Boletín Oficial de la Directiva 91/414/EEC la inclusión del 1-MCP en el Anexo I. En el Estado español el proceso se ha llevado a cabo todavía con más demora, ya que hasta 2006 no se pudo aplicar en manzana, y exclusivamente Cataluña, gracias a la obtención de un permiso especial; y se ha tenido que esperar hasta el 9

de mayo de 2007 para ser registrado en todo el país por la Comisión de Productos Fitosanitarios para tratamientos de postcosecha de manzana, caqui, ciruela y tomate. Su uso en pera todavía tendrá que esperar, ya que por el momento se están realizando los ensayos científicos que permitirán desarrollar su uso comercial.

## Otros productos

Conjuntamente con el fungicida y el antiescaldante, en los tratamientos postcosecha de manzana suele añadirse un compuesto de calcio (habitualmente cloruro de calcio) con la finalidad de reducir fisiopatías asociadas a la carencia de este elemento mineral en fruto (Bitter pit, Plara, etc.) y de incrementar su dureza.

Esta finalidad no ha quedado totalmente demostrada científicamente, ya que la eficacia de la aplicación es variable y poco consistente, en función del año y sobre todo del contenido en calcio del fruto. De esta manera, si éste ya tiene un contenido adecuado, su efecto es insignificante, pero si el contenido es muy bajo, este tratamiento postcosecha podría reducir la aparición de las fisiopatías relacionadas. Asimismo, es importante tener en cuenta la temperatura que se puede garantizar para el tratamiento en *drencher* ya que en condiciones de temperatura elevada, pueden aparecer problemas de fitotoxicidad (lesiones superficiales) en zonas de contacto entre frutos o de retención de caldo por el fruto (fosas calicina y peduncular).

**Conjuntamente con el fungicida y el antiescaldante, en los tratamientos postcosecha de manzana suele añadirse un compuesto de calcio (habitualmente cloruro de calcio) con la finalidad de reducir fisiopatías asociadas a la carencia de este elemento mineral en fruto (Bitter pit, Plara, etc.) y de incrementar su dureza**



Por todo ello, la práctica más recomendable para reducir fisiopatías asociadas a carencias de calcio sigue siendo efectuar una nutrición mineral equilibrada de la plantación y llevar a cabo aplicaciones foliares con un compuesto de calcio. Del mismo modo, resulta muy interesante poner en práctica algún método predictivo (existen algunos desarrollados recientemente) que permita, con antelación al momento de cosecha, conocer el riesgo que presenta una determinada partida a manifestar en postcosecha algún tipo de fisiopatía asociada al calcio. Adicionalmente, puede servir de método predictivo el histórico de la incidencia de estas fisiopatías en cada partida, así como para ayudar a discriminar partidas y a tipificarlas en función de su tendencia a manifestar alteraciones del tipo Bitter pit o Plara y poder optar por una gestión óptima en central, según el caso.

De todas formas, en caso de no poder asegurar que se han seguido en campo las prácticas de fertilización más adecuadas, se han observado en diversos ensayos buenos resultados al adicionar en el tratamiento postcosecha un producto a base de calcio (preferiblemente cloruro de calcio), desde el punto de vista de la reducción de la incidencia de este tipo de fisiopatías.

## Sistemas de aplicación de los tratamientos químicos

El método que se utiliza mayoritariamente para el tratamiento de la fruta en postcosecha es un sistema de ducha, denominado coloquialmente *drencher*. No obstante, también se utilizan otros medios de aplicación, como los botes fumígenos, la termonebulización y similares.

Si la gestión de la ducha es correcta, éste es el sistema que ofrece mayores garantías para la efectividad del fungicida y/o el antiescaldante utilizado. La efectividad de los productos fumígenos es menos conocida, pero parece que podría ser inferior por su menor capacidad de interacción con el fruto; y por ello, los productos así formulados suelen utilizarse para tratamientos de refuerzo sobre el producto ya almacenado en cámara (caso del imazalil, metiltiofanato, difenilamina, etc.). Los tratamientos por termonebulización, además de esta limitación, exigen ser extremadamente cuidadosos con las condiciones de aplicación para evitar la inducción de fitotoxicidades en los frutos tratados.

Si se opta por la aplicación de los productos de tratamiento postcosecha mediante ducha, es recomendable no descuidar los siguientes aspectos: efectuar anualmente una puesta a punto del *drencher*, verificar cuidadosamente la correcta preparación del caldo de tratamiento y efectuar una correcta gestión del tratamiento (tratar diariamente la fruta recolectada, mantener una temperatura del baño de entre 10 y 25°C, permitir una duración efectiva de la ducha de entre 30 segundos y 1 minuto, renovar el caldo con una frecuencia adecuada, reducir la cantidad de materia orgánica y no reutilizar el producto sobrante).

## Riesgos de los tratamientos químicos de postcosecha

El empleo sistemático de este tipo de fitosanitarios conlleva el riesgo de inducir fitotoxicidades en el producto tratado, de que aparezcan cepas resistentes y de incrementar el nivel de residuos en la piel del fruto.

La existencia de un exceso de residuos en fruta puede darse en las siguientes circunstancias:



# ATENTOS AL DETALLE



## YaraVita™



[info.iberian@yara.com](mailto:info.iberian@yara.com)

- No respetar los plazos de seguridad de los tratamientos (los principales fungicidas y antiescaldantes autorizados aplicados en *drencher* tienen un plazo de seguridad de 1 a 2 meses).

- Efectuar una gestión incorrecta del tratamiento: dosis inapropiadas (por encima de lo recomendado en la etiqueta del producto), tiempo de tratamiento demasiado largo, exceso de producto retenido por el fruto, elevada temperatura de la fruta y/o el caldo durante el tratamiento, incompatibilidad entre las formulaciones de los productos utilizados, etc.

- Repetir sistemáticamente las aplicaciones de determinados productos a lo largo de la conservación (caso de los tratamientos de refuerzo a base de productos fumígenos).

Debido a esta problemática, desde hace algunos años se están desarrollando nuevos y efectivos métodos que sean mejor vistos por el consumidor y que no supongan ningún riesgo para la salud humana y el ambiente.

Entre los sistemas alternativos estudiados destacan: atmósferas controladas o dinámicas, medidas profilácticas, incremento e inducción de la resistencia natural, tratamientos de calor, tratamientos con gases (CO<sub>2</sub>, ozono, O<sub>2</sub>, etc.), pesticidas naturales, productos químicos de bajo riesgo (como el 1-MCP), irradiación, revestimientos y microorganismos antagónicos.

La mayoría de ellos están en fase experimental o han sido descartados por su elevado coste de aplicación o por su insuficiente capacidad de control. No obstante, alguno de ellos ya se está utilizando a nivel comercial o está en fase muy avanzada de desarrollo.

## Problemática actual de los LMR

Debido al posible riesgo que representan los residuos de productos químicos para la salud humana, los diferentes Estados, y en especial los más desarrollados, 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 peligrosidad de los residuos de plaguicidas para los consumidores es debida a sus posibles efectos carcinogénicos, mutagénicos, teratógenos, alérgicos, neurotóxicos, sobre la reproducción y el metabolismo, entre otros, tanto a corto como a largo plazo.

Esta gran variabilidad de posibles efectos tiene su origen en la gran variedad de moléculas químicas utilizadas, en sus formas de ac-



Fitotoxicidad por tratamiento postcosecha en *drencher* en pera Conferencia.

ción, penetración, metabolismo y en las diferencias de toxicidad para el hombre y los animales, no sólo de la molécula original, sino también de sus metabolitos y de otros constituyentes inertes y coadyuvantes de la formulación, que tienen toxicidad propia.

La definición de "límites máximos de residuos" o "tolerancias" (LMR) en los alimentos tratados, hace referencia a las cantidades permitidas por la legislación sobre una fruta u hortaliza particular, expresadas en mg/kg de peso del alimento fresco o ppm.

La legislación española, en su Real Decreto de 18 de febrero de 1994 (BOE 9-3-94) fijó los límites máximos de residuos de productos fitosanitarios en productos vegetales, así como la instrumentación y control en relación con el contenido de los mismos en los productos vegetales de

acuerdo con la normativa comunitaria vigente.

A nivel europeo, la armonización de residuos entre países es un hecho necesario para solventar la principal traba al comercio exterior hortofrutícola. No obstante, existe una problemática de partida diversa y compleja que dificulta la consecución de este objetivo.

Por una parte, existen divergencias básicas de conceptos según países: diferentes definiciones de "residuo", distintos criterios para la aplicación del LMR (por ejemplo, la parte del producto sobre la que se aplica el LMR) y divergencias en el valor establecido, según el tipo y gravedad de plaga o enfermedad, el cultivo, la variedad, la climatología, etc., relacionada con el sistema productivo del fruto. Por otra parte, los LMR se utilizan como barrera para la comercialización de ciertos productos vegetales entre países, de modo que su modificación y armonización no depende sólo de criterios técnicos, sino de criterios económicos en la balanza de importación-exportación de cada país. Por último, también las administraciones públicas de los diferentes países denotan una falta de agilidad hacia el objetivo de armonizar los LMR.

El resultado de esta situación es que desde noviembre de 2004 no ha aumentado el número de productos para los que se habían definido LMR (un total de 150) dentro del marco genérico europeo. Por lo tanto, resulta evidente que deben aunarse esfuerzos que permitan conciliar los intereses, a veces contrapuestos, entre los fabricantes, los agricultores, los científicos e investigadores, los elaboradores y exportadores y los responsables de las Administraciones.

A este ya complicado escenario de incertidumbre sobre qué productos se podrán o no utilizar en un futuro inmediato, hay que añadir las exigencias cada vez más restrictivas de las grandes cadenas de compra que, sin ningún tipo de criterio científico, restringen el número de productos que admiten y fijan unos LMR muy por debajo de los oficiales, dificultando la gestión de los tratamientos postcosecha antes de entrar la fruta en la cámara frigorífica, ya que un mismo tipo de fruta deberá tener un tratamiento u otro en función de a quién se prevé vender la fruta después de varios meses de conservación. ■

**A nivel europeo, la armonización de residuos entre países es un hecho necesario para solventar la principal traba al comercio exterior hortofrutícola. No obstante, existe una problemática de partida diversa y compleja que dificulta la consecución de este objetivo**