



Acto de inauguración del Simposio.

### Tecnología de la poscosecha

IX Simposio Nacional y VI Ibérico sobre Maduración y Postcosecha

## Los progresos en biotecnología de la poscosecha

- Fueron unos 400 los asistentes que se congregaron para conocer y debatir sobre la precisión de las técnicas que tenemos en nuestra mano para mejorar en el procesado de las frutas y hortalizas.

Alicia Namesny

agrocon@ediho.es

La precisión en el uso de las “herramientas” preexistentes y el conocimiento de los mecanismos genéticos y bioquímicos que provocan las respuestas de frutas y hortalizas han sido el común denominador de los trabajos que se presentaron en el simposio que tuvo lugar en Zaragoza del 23 al 26 de septiembre 2008, el IX Nacional y el VI Ibérico sobre Maduración y Poscosecha. A pocos días de haberse clausurado la Expo de Zaragoza, los cerca de 200 partici-

pantes en el evento pudieron conocer de cerca las transformaciones que este evento dedicado al agua ha dejado como legado en la ciudad.

### Las bases

La primera sesión estuvo dedicada a los trabajos que ex-

plican la fisiología de la maduración y senescencia, así como a genómica proteómica. La conferencia inicial fue la de J-C Pech, basada en un trabajo en coautoría con otros investigadores de la Universidad de Toulouse; en ella mostraron ejemplos de que los progresos

**¿Con o sin riego? ¿Fertilización orgánica o mineral? Los árboles regados presentaron almendras con mayor contenido en azúcares, ácidos orgánicos y mayor calidad del aceite que las almendras cultivadas en régimen de secano**

en biotecnología de la poscosecha dependen fuertemente del conocimiento de los mecanismos básicos de la maduración de frutos, así como del de las rutas metabólicas implicadas en la síntesis de compuestos importantes para el aroma y el valor nutricional.

En la sesión de clausura, Francisco Tomás Barberán, CEBAS-CSIC, resumió las tendencias en la investigación poscosecha de frutas y hortalizas a través del análisis de los programas nacionales e internacionales de investigación y desarrollo.

### Prácticas de cultivo

¿Con o sin riego? ¿Fertilización orgánica o mineral? P. Sánchez-Bel *et al.*, de instituciones de investigación de Murcia y de Alicante, investigaron la influencia de estos factores en almendros cv. Guara. Los árboles regados presentaron almendras con mayor contenido en azúcares, ácidos orgánicos y mayor calidad del aceite que las almendras cultivadas en régimen de secano. De los tratamientos fertilizantes utilizados, los orgánicos dieron mejor resultado en términos de calidad nutricional, independientemente de la cantidad aplicada.

La relación entre riego y formas de conservación con el contenido de compuestos antioxidantes en melocotones fue estudiada por B. Buendía *et al.*, del CEBAS-CSIC. Mientras el contenido de fenoles no fue afectado por las prácticas de riego, el de vitamina C fue superior, en el momento de la recolección, en los árboles sometidos a RDC, riego deficitario controlado.

El análisis de los efectos de la fertilización nitrogenada

en melón Piel de Sapo variedad Sancho, evaluados por la maduración y calidad del fruto, muestra que los parámetros de calidad se ven afectados por el momento de recolección y no por los niveles de nitrógeno aportados. El estudio, realizado por MC Martínez-Madrid *et al.*, de varios centros de investigación, concluye que se puede disminuir la fertilización nitrogenada que se utiliza en la actualidad, lo que repercutirá en un menor impacto medianoambiental.

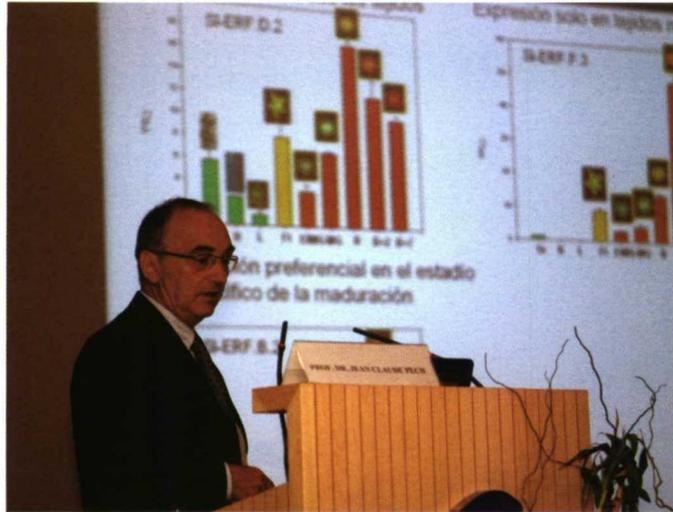
Los tomates cultivados al aire libre mostraron niveles significativamente mayores de todos los parámetros estudiados relacionados a la calidad nutricional (Actividad Antioxidante Total, AAT; polifenoles y licopeno) que los cultivados en invernaderos, concluye el trabajo de F. Guillén *et al.*, de la Universidad Miguel Hernández. Se trabajó con dos variedades, una tradicional y otra mejorada genéticamente.

La calidad de los champiñones difiere según la tierra de cobertura que se utilice; investigadores de La Rioja, en un trabajo cuyo primer autor es J. González, encontraron que una de las mezclas utilizadas da lugar a carpóforos más firmes y que mantienen esta característica más tiempo.

### Técnicas poscosecha

La poscosecha cuenta con una relativamente amplia batería de técnicas para mantener la calidad del producto el mayor tiempo posible; Randy Beaudry llama la atención sobre la necesidad de identificar los factores limitantes de la poscosecha; una vez realizado esto, pueden elegirse las herramientas para controlarlos. El manejo de la temperatura sigue siendo la principal; en su ponencia resumió sobre qué actúan estas "herramientas":

La temperatura: de 1 a 15°C reduce el metabolismo global y reduce las podredum-



bres; de 3 a 13°C, evita los daños por frío; de 5 a 10°C, reduce la sensibilidad al frío; de 30 a 40°C induce respuestas de shock térmico.

Los niveles de oxígeno: de 0.5 a 5%, reducen la actividad respiratoria y la actividad metabólica asociada y reducen la percepción del etileno; de 0.05 a 1, reducen la

oxidación de las superficies cortadas; 3, suprime la actividad meristemática en cebolla

El anhídrido carbónico: de 1 a 5%, reduce la percepción del etileno; de 3 a 15%, reduce la degradación de la clorofila; de 5 a 20%, suprime las podredumbres.

Esta es la tendencia general y, como cabe esperar, existen diferencias entre especies.

El ponente también expuso sus resultados en el uso de 1-MCP, Smart Fresh, mencionando los estudios de Alejandra Ferenczi, de Uruguay, en Jonagold y Delicious, en que demostraba el retraso en la aparición de los volátiles aromáticos.

También comentó el efecto prolongador de la vida poscosecha de compuestos como el ABA, ácido abscísico, que se comercializa en Estados Unidos, y el de las citoquini-

### Conferencias impartidas por el Prof. Dr. Jean Claude Pech y por el Dr. Randolph Beaudry.

Fotografías de Guillermo Alcusón y Jaime González (fotógrafos oficiales del congreso).

nas. En relación a estas últimas mencionó un ensayo en que se cortó las raíces de ambos lados de la fila en brócoli, lo que indujo un crecimiento de nuevas raicillas con la consecuente producción de citoquininas, que a la vez indujeron una coloración verde más intenso de las pellas.

El futuro puede pasar por la creación de receptores de sustancias, lo que sería una especie de "sistema hormonal hecho por el hombre", mediante el uso de genes elegidos para inducir la producción de los reguladores que interese. La temperatura sigue siendo el principal factor para regular el metabolismo, y la genómica, la genética y la bioquímica ofrecen nuevas herramientas potenciales para controlar la poscosecha.

Las mediciones no destructivas son objeto de interés en los últimos años. D. Molina-Delgado et al del Centre UdL-IRTA han demostrado la idoneidad de la técnica acústica para seguir la evolución del melocotón, tanto en cosecha como después del almacenamiento. Atribuyen estos buenos resultados a que esta técnica probablemente no solo se relaciona con los cambios enzimáticos que afectan a las paredes celulares y determinan mayoritariamente la pérdida de firmeza con MT, Magness Taylos, sino también con cambios fisicoquímicos como la pérdida de agua y cambios en el estado hídrico del fruto.

En relación al uso de espectroscopía NIR, radiación cercana al infrarrojo, para determinar sólidos solubles, S.

**La poscosecha cuenta con una relativamente amplia batería de técnicas para mantener la calidad del producto el mayor tiempo posible. El manejo de la temperatura sigue siendo la principal**



*Durante la cena oficial del Simposio se homenajeó a Miguel Vendrell por su trayectoria profesional; en la imagen, empezando por la izquierda, Félix Romojaro, del Cebas-Csic, Rosa Oria, del Comité Organizador, el homenajeado y Fernando Riquelme, presidente de la Sech.*

Barahona *et al.*, de Zaragoza, trabajando con manzana, concluyen que el uso de esta técnica requiere la aplicación de modelos calculados específicamente con los datos obtenidos de los frutos pertenecientes a la variedad en concreto.

Este método, NIR, ha demostrado su utilidad para determinar de forma rápida, sistemática y no destructiva la concentración en que se encuentran en los tomates diversos componentes relacionados con la calidad. El trabajo fue realizado por I. Arana, *et al.*, de la Universidad Pública de Navarra y NEIKER. La radiación ionizante es una técnica que se conoce desde hace años pero cuyos niveles de aceptación por parte del consumidor fluctúan entre épocas y países. J. Silva *et al.*, de dos instituciones de Brasil, estudian qué ocurre con los parámetros organolépticos de la fresa; los consumidores que manifestaron que comprarían el producto que había recibido 2 kGy explicaron su decisión por un mayor nivel de madurez de la fruta; los consumidores que prefirieron las fresas que habían recibido 2.5 kGy lo hicieron por su mejor apariencia interna y aromas.

### Compuestos de uso en poscosecha

Maduración, seguida de senescencia, conducen al final de la vida útil del producto; en los últimos años se ha enfatizado la investigación en compuestos "naturales", orgánicos o no.

Uno de los compuestos más novedosos y prometedores como agente antisenescente en frutas, hortalizas y plantas ornamentales es el radical libre del óxido nítrico (NO). MI Egea *et al.*, del CEBAS-CSIC, estudiaron su influencia en varios parámetros del melocotón, conservado a temperatura ambiente. Una de las conclusiones de su trabajo es que el tratamiento con NO mantiene por más tiempo la capacidad antioxidante de los frutos.

El ácido caprílico es un compuesto del orégano, Origa-

num vulgare; investigadores portugueses, en un trabajo encabezados por O.C. Matos, han demostrado el potencial de este compuesto para controlar *Penicillium expansum* afectando a la típica pera "Rocha" de ese país. Los investigadores concluyen que la etapa a abordar es el diseño de un producto comercial basado en este ácido.

Otro equipo portugués, M.M. Ferreira-Pinto *et al.*, del Instituto de Investigación Científica Tropical, de Lisboa, desarrollaron medidas de control biológico para *Penicillium expansum* en pera 'Rocha' mediante la aplicación de *Aureobasidium pullulans*, un hongo semejante a una levadura con efectos antagonistas.

En uva, A. Duarte-Sierra *et al.*, de México, comprobaron los buenos resultados tanto

de SO<sub>2</sub> como de O<sub>3</sub> para retrasar el deterioro, siendo el primero el más efectivo.

Para mantener el color verde del cáliz de las mandarinas J.M. Martínez-Jávega *et al.*, del IVIA, probaron la aplicación de varias auxinas; los mejores resultados se obtuvieron con ácido 3,5,6 tricloro-2 piridil oxiaacético.

La hipótesis de que choques gaseosos con O<sub>2</sub> como tratamiento contra enfermedades de poscosecha en mandarina pudiera ser de utilidad para inducir resistencia a las infecciones de *Penicillium* no es cierta, según los resultados obtenidos por C. Montesinos-Herrero *et al.*, del IVIA

### Frío y manejo del ambiente

El manejo de la temperatura como técnica poscosecha es conocido desde hace siglos y ha sido la técnica que primero se desarrolló a nivel industrial. Existen, sin embargo, múltiples aspectos en los cuales el uso de esta herramienta es perfeccionable, lo que conlleva mejores resultados. Los productos a enfriar, los materiales de embalaje, los sistemas de preenfriamiento y enfriamiento, etc. tienen sus particularidades y solo teniéndolas en cuenta es posible maximizar los buenos resultados. Luis Luchsinger, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, estuvo a cargo de la charla "Impacto del enfriamiento y manejo de

**El método, NIR, ha demostrado su utilidad para determinar de forma rápida, sistemática y no destructiva la concentración en que se encuentran en los tomates diversos componentes relacionados con la calidad**

la temperatura en la calidad postcosecha de frutas”, en la que se expusieron múltiples ejemplos de cómo aumentar la eficiencia del enfriamiento. Entre ellos el ponente señaló como un error conceptual grave retirar el producto cuando ha alcanzado 7/8 de la temperatura final a la que se desea almacenar. En la mayoría de los casos esto significa retirar el producto cuando ha alcanzado 3 o 4°C en lugar del nivel 0 a 2°C recomendado. Esto debe ir aparejado de un uso eficiente de la energía, un factor de importancia creciente. La calibración del los termómetros es otro aspecto fundamental. Hay operarios que no distinguen entre temperaturas negativas y positivas. La eficiencia en el mantenimiento del frío difiere entre recintos y es decreciente en el orden siguiente: cámaras frigo-

ríficas, camiones, barcos, contenedores. En cámaras de aire forzado se han detectado diferencias de temperatura entre zonas que pueden alcanzar los 10°C. Al entrar fruta en la cámara AM la fruta debe estar ya fría. Hay que tener al menos 13 puntos de medición en los túneles de preenfriamiento para que los resultados obtenidos sean fiables. La estiba debe hacerse ordenadamente para tener los

mejores resultados. No solo interesa el frío; en el caso del preenfriamiento por agua el pH óptimo debe estar entre 6.5 y 7.5 y la concentración óptima de cloro está entre 80 y 120 ppm.

Si se tiene en cuenta que hay al menos 7 factores que influyen en el enfriamiento... se obtienen unas 1200 combinaciones de situaciones.

También son causa de malos enfriamientos un inadecuado

diseño de los envases. Manejando tan solo el tipo de envase puede haber un ahorro de 14 horas para alcanzar la temperatura deseada. El flujo del aire en los túneles de preenfriamiento y en las cámaras frigoríficas es mayoritariamente horizontal; por el contrario, camiones, bodegas de barco y contenedores refrigerados lo tienen vertical. Esto significa que para mantener la temperatura los envases deben tener orificios tanto en los laterales como en la base (y tapa si la hubiera) y estos orificios deben “cazar” al estar estibados.

Luis Luchsinger resume la situación indicando que el manejo del frío es peor de lo que se cree; en Chile han logrado en algunos pasos de la cadena de comercialización que el sistema de pago por la

**Los productos a enfriar, los materiales de embalaje, los sistema de preenfriamiento y enfriamiento, etc. tienen sus particularidades y solo teniéndolas en cuenta es posible maximizar los buenos resultados**

tradición en cebollas

**TAKII**

**VUELTA F1**

**LA FÓRMULA DEL ÉXITO:**

- CALIBRE
- UNIFORMIDAD
- CONSERVACIÓN

Takii Europe BV  
 Tel: +31 297-345700 (Holanda)  
 Tel: 620891785 (España)  
 www.Takii.nl

**TAKII**



*El Simposio no hubiera sido lo que fue sin el trabajo conjunto del equipo humano de la imagen.*

mercadería depende de la temperatura a que se entregue.

La presentación de Susan Lurie, del Volcani Center, también conferenciante invitada, analizó los daños por frío. Antes de profundizar en el tema enfatizó que al hablar del frío no puede olvidarse la importancia de la humedad relativa como factor determinante de la calidad en el momento del consumo. Durante la charla repasó los síntomas de los daños por frío, que incluyen fallos en la maduración de los frutos climatéricos, diferentes formas de manchados internos y externos, y predisposición a la infección de microorganismos.

En todo caso, la aparición de daño depende de una combinación de temperatura y tiempo de exposición a ella. Las formas de atajar los daños por frío son varias:

- la inducción de un estrés moderado, para provocar la aparición de resistencia; esto se puede lograr mediante un tratamiento anaeróbico corto, el "condicionamiento" que consiste en someter el producto a altas temperaturas (por

encima de 37°C) después de la cosecha durante un cierto tiempo y la irradiación UV. Todos ellos favorecen la síntesis de grupos de proteínas responsables de la protección ante temperaturas bajas, pero en la práctica comercial son de escaso uso:

- el almacenamiento en CA, AM
- el calentamiento intermitente
- los tratamientos antioxidantes.

Los daños por frío son más comunes en especies tropicales y subtropicales, pero las de clima templado también los pueden manifestar en almacenamientos largos. Manzanas y peras muestran escaldadura superficial en esta situación. Se trata de un daño que tiene en su origen un proceso oxida-

tivo y al cual son más sensibles las frutas de cosechas tempranas. La conferencia profundizó en el desarrollo de dos tipos de daños por frío, la mencionada escaldadura superficial en manzanas y la lanosidad en melocotones.

Para prevenir los daños por frío en manzanas y peras son potencialmente efectivos la aplicación de DPA, difenilamina, pero no todos los países la autorizan; los tratamientos por calor, los tratamientos anaeróbicos, las aplicaciones experimentales de etanol, y las de 1-MCP. En la práctica comercial esta última sustancia y la indicada en primer lugar, DPA, son las herramientas de más fácil empleo a nivel comercial.

Investigadores de la Escuela Politécnica Superior de

Orihuela presentaron un nuevo sistema para eliminar etileno en cámaras frigoríficas, que aplicaron en tomate; los resultados los expone el trabajo de D. Martínez-Romero et al. El sistema está compuesto por carbón activado más paladio al 1% y por un sistema de calentamiento intermitente, que se programó para calentar el carbón activado cada 3 horas. Se lograron mantener concentraciones de etileno inferiores a 0.1 ppm en todo el período de almacenamiento, frente a concentraciones superiores hasta en 10 veces en cámaras que no contaban con este sistema.

Como indicó Susan Lurie, la humedad es un factor determinante de la calidad al determinar el estado hídrico de los frutos; Fernández-Caballero et al. del Instituto del Frío, CSIC, en base a estudios utilizando resonancia magnética nuclear en chirimoya y uva, estudiando baya y raspón en este caso, concluyen en el interés de desarrollar tecnologías sostenibles que evitan en la mayor medida posible las pérdidas de agua y de peso durante la conservación.

### 1-MCP

El 1-MCP es uno de los productos de uso en poscosecha de introducción más reciente en España (en otros mercados está autorizado hace más tiempo) para algunas especies; el uso en otras está pendiente de aprobación y en algunos casos se cuenta con permisos temporales. Actúa bloqueando el etileno. Un importante número de investigadores trabajan con él; Susan Lurie, ver apartados previos, comentó su interés en la pre-

**Si se tiene en cuenta que hay al menos 7 factores que influyen en el enfriamiento... se obtienen unas 1200 combinaciones de situaciones**

vención de la escaldadura superficial en manzana y pera.

M.J. Bernalte et al., de institutos de investigación de Extremadura, analizan el comportamiento de ciruela japonesa 'Suplumsix' almacenada en atmósfera normal, controlada o con aplicación de 1-MCP. Sus resultados no muestran evolución de los frutos en ninguno de los tres tratamientos al cabo de 30 o 45 días de almacenamiento; los valores de SST, acidez y firmeza fueron similares a los iniciales.

P. Domingos et al., todos investigadores portugueses, estudiaron la utilidad de este producto para reducir el ablandamiento que limita la vida poscosecha en kiwi. Sus conclusiones son que el kiwi necesita ser preacondicionado para que, posteriormente, el consumidor lo perciba de tanta calidad como el kiwi no tratado. Si esto se realiza, el nivel de aceptación es el mismo y el 1-MCP se convierte en una herramienta de interés para prolongar la temporada de comercialización del kiwi.

Para pera, la conclusión de Chiriboga et al., de UdL-IRTA, trabajando con 'Blanquilla' y 'Conference', es que la respuesta al tratamiento con 1-MCP, la eficacia de los sistemas térmicos de postmaduración y la posterior capacidad para madurar después de la conservación en frío, dependen de la variedad. Esto indica la necesidad de poner a punto, caso a caso, la metodología de la aplicación comercial.

**Para saber más...**

El próximo número de Horticultura publicará un trabajo sobre aspectos de poscosecha sobre los aspectos que están "en cartelera" de la IV Gama o mínimamente procesados, información correspondiente a este mismo informe recogido del IX Simposio Nacional y VI Ibérico sobre Maduración y Postcosecha.

Los temas tratados y que no aparecen publicados están en internet, [www.horticom.com](http://www.horticom.com):

- Momento de recolección, estudio del contenido de compuestos distintos momentos de la cereza.
- Calcio en poscosecha, aplicación del calcio para evitar la pérdida excesiva de firmeza en manzana.
- Precisión en el manejo varietal, resultados de aplicar técnicas conocidas a diferentes especies.
- Recubrimientos, búsqueda de alternativas a las ceras habituales para realentizar la pérdida de agua de los productos.
- Envases, diseño de envases teniendo en cuenta todos los factores de comportamiento en el uso.
- Ornamentales, estudio de la relación de agua y proliferación microbiana en la solución de floreros que contienen rosa 'El dorado'.
- Otros apartados en los que se habla de productos como cebolla, fruta de hueso, kaki, manzana, melón y trufa, dedicados a su procesamiento y mantenimiento para mejorar su calidad final.

**Abreviaturas:**

- 1-MCP, 1 metil ciclo propeno; nombre comercial, Agrofresh.
- AC, Atmósfera Controlada.
- CEBAS, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura.
- CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- IVIA, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- LO, low oxygen, bajo oxígeno.
- NEIKER, Instituto Vasco de Investigaciones Agrarias.
- RC, Recubrimientos Comestibles.
- SST, sólidos solubles totales.
- UdL-IRTA, Universidad de Lleida – Instituto de Recerca (investigación) y Tecnología Agroalimentaria.
- ULO, Ultra Low Oxygen, Ultra bajo oxígeno.
- UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas.
- UPV, Universidad Politécnica de Valencia.



**The original**

modular **HELIX** SYSTEM **HELIX** AUTOMATIC **AZUD**