

69  
NÚMERO EXTRA  
69

2009 - AÑO XVI - 10€ / 10\$ EJEMPLAR

[www.horticom.com](http://www.horticom.com)

# horticultura INTERNACIONAL

REVISTA DE INDUSTRIA, DISTRIBUCIÓN  
Y SOCIOECONOMÍA HORTÍCOLA

FRESH PRODUCE TECHNOLOGY, MARKETING  
AND COMMERCIALIZATION



## Poscosecha

LA CALIDAD DEL SABOR ■ GESTIÓN DE LOGÍSTICA ■ FRIGOCONSERVACIÓN ■ ENVASADO  
ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN ■ CUARTA GAMA ■ VISIÓN ARTIFICIAL ■ I+D+i

# innovando día a día



[www.horticom.com](http://www.horticom.com)

# Baby Leaf y 4<sup>a</sup> Gama

Unidas Calidad y Resistencia de las variedades

# BABYLEAF

## ● Batavias Rojas y Red Leaf

- TESH
  - FRANZY
  - ISI 43630
  - ISI 43637
- resistentes a bremia BI: 1-26

## ● Lollo Rossa

- ANUBI
- Rojo intenso toda la hoja
- resistentes a bremia BI: 1-26

## ● Batavia Verde

- ISI 43005 Color verde brillante.
- Resistente Bremia BI: 1-25
- DORIAN Verde muy intenso
- BI:1-20, 22-24

## ● Escarola Lisa y Rizada

- Ideales para 4<sup>a</sup> gama
- DAFNE
  - KIMBERLY
  - MERCEDES
  - AERY

## ● Lollo Verde

- ISI 45267 Verde brillante BI: 1-25



# poscosecha.com y postharvest.biz,

los portales internacionales para lo que ocurre después del cultivo

917884871729669



**Cada semana, reciba en su e-mail el boletín digital con las últimas novedades y noticias del mundo de la poscosecha, el e-zine Poscosecha News, dedicado a la difusión de noticias de empresas y técnicas.**

- Cursos sobre cómo elaborar productos lavados y cortados, sistemas para controlar la atmósfera en cámara, mejoras en la maquinaria de confección,...
- Gran variedad de empresas destacadas en la industria poscosecha que ofrecen materiales y soluciones para mejorar el mantenimiento, conservación y distribución de frutas, hortalizas y ornamentales: equipos, materiales auxiliares, instrumental de control y mediciones.

Poscosecha News  
Postharvest News  
Poscosecha News Argentina

Suscríbase gratuitamente en:  
[www.poscosecha.com/formulario.php](http://www.poscosecha.com/formulario.php)

## ¿Es necesario producir más frutas y verduras en el mundo?



M. Elhadi  
**Yahia**

▲  
*Professor,  
Postharvest Technology  
and Human Nutrition  
Programs, Faculty  
of Natural Sciences,  
Autonomous University  
of Queretaro, Campus  
Juriquilla, Avenida de las  
Ciencias, Queretaro.  
elhadiyahia@hotmail.com*

Se han acumulado en las últimas décadas grandes conocimientos sobre biología y tecnologías de poscosecha y lo único que tenemos que hacer es lograr que esa información sea accesible

**E**n casi todos los países se realizan grandes esfuerzos por cultivar más tierras y producir más alimentos, sobre todo frutas y hortalizas. Eso es debido, por un lado, al aumento en la demanda de los consumidores cada vez más preocupados por su salud y, por el otro, a que varios países (sobre todo en desarrollo) necesitan aumentar sus exportaciones para mejorar la situación económica. La actual producción mundial de frutas y hortalizas frescas (FHF), sin incluir frutos secos y patatas, es de 1.350 millones de toneladas métricas (MTM); un 43% más con respecto al decenio 1994-2003. De esta cifra, 1.050 MTM se producen en países en desarrollo (PD).

La producción mundial de fruta fresca es de aproximadamente 488 MTM, de las cuales 369 se obtienen en PD, y la de hortalizas es de 861 MTM, 681 de las cuales son reportados en PD. Las organizaciones de la salud recomiendan el consumo de al menos 400 gramos de frutas y hortalizas al día; sin embargo, el consumo medio es mucho menor en la mayoría de los países. Este bajo consumo se debe a varios factores, como por ejemplo, el alto costo, la poca disponibilidad de frutas y hortalizas frescas de buena calidad, la dieta de algunas culturas que sigue dependiendo de alimentos de origen animal, la preocupación de algunos países por los residuos químicos o la contaminación genética, etc.

Para lograr el promedio de consumo de 400g/día (146 Kg/año/persona) es necesario que el mundo disponga cada año de 876 MMT. Eso significa que se produce mucho más de lo necesario para asegurar el consumo mínimo de las 6.000 millones de personas que poblamos la tierra. Podemos inclusive utilizar el 35% extra para el procesamiento y otros fines. Una estimación razonable de la media actual de consumo de FHF en el mundo es de aproximadamente 200 gramos/día/persona, o sea que para lograr el mínimo consumo sólo necesitaríamos una tercera parte de lo que estamos produciendo actualmente (alrededor de 438 MTM). Sin embargo, el problema es mucho más complicado. Las pérdidas en la precosecha y, en particular, durante la poscosecha, son enormes, llegando a más del 50% en algunas regiones y en ciertos cultivos perecederos, impidiendo de esta manera cumplir siquiera con el consumo mínimo.

En mi opinión personal, creo que la solución no es producir más y más, sobre todo de manera nada sostenible y a un costo tan elevado para el medio ambiente. Estoy seguro que hay regiones en las que podemos aumentar la producción a un costo razonable, económica y ambientalmente. Sin embargo, creo que un resultado mucho mejor se obtendría al concentrarse en lo que actualmente se produce, y hacerlo de la mejor manera. Tenemos que optimizar lo que ya producimos con una significativa mejora de la cadena poscosecha, especialmente en PD y, en particular, asegurarse que los productos básicos perecederos puedan ser efectivamente distribuidos y de una manera segura.

La cadena de poscosecha, en la mayoría de los países, especialmente en los PD, es todavía extremadamente débil, y le está costando el mundo enormes pérdidas en alimentación, nutrición, salud, energía y problemas con el medio ambiente. Se han acumulado en las últimas décadas grandes conocimientos sobre biología y tecnologías de poscosecha y lo único que tenemos que hacer es lograr que esa información sea accesible y la gente la utilice de manera adecuada.





**En portada:**

En este número Extra de Horticultura dedicado a la poscosecha, los autores inciden en la calidad desde el campo hasta el sabor de las frutas y hortalizas durante su consumo. La foto pertenece a Producciones Agrícolas del Sureste, S.L., en Balsicas, Murcia.



## Sumario

<b>La calidad del sabor de frutas y hortalizas</b> Adel A. Kader	<b>6</b>
<b>Nuevo enfoque en la manipulación de los almacenes de confección</b> Hugo Giambanco de Ena	<b>8</b>
<b>Manejo y control del sistema frigorífico</b> Hugo Giambanco de Ena	<b>12</b>
<b>1-MCP como estrategia de conservación</b> Fabián Guillén	<b>18</b>
<b>La aplicación de la visión artificial, rayos X para la inspección en la industria alimentaria</b> Miguel Matarredona Santonja y Juan Carlos Miró Iniesta	<b>26</b>
<b>Transporte frigorífico de larga distancia</b> Javier Rueda	<b>32</b>
<b>¿Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV Gama?</b> María I. Gil, Ana Allende, Francisco López-Gálvez y María V. Selma	<b>38</b>
<b>Tendencias en el procesado mínimo de frutas y hortalizas frescas</b> Marta Montero-Calderón, María Alejandra Rojas-Graü, Robert Soliva-Fortuny y Olga Martín-Belloso	<b>48</b>
<b>Productos vegetales mínimamente procesados o de la "cuarta gama"</b> Francisco Artés-Hernández, Encarna Aguayo, Perla Gómez y Francisco Artés	<b>52</b>
<b>Materiales para el envasado de frutas y hortalizas con tratamientos mínimos</b> Ramón Catalá, Pilar Hernández-Muñoz, Gracia López-Carballo y Rafael Gavara	<b>60</b>
<b>Investigación en Poscosecha: ¿en qué se trabaja?</b> Francisco A. Tomás-Barberán	<b>69</b>
<b>Opinión</b> <b>¿Es necesario producir más frutas y verduras en el mundo?</b> M. Elhadi Yahia	<b>3</b>



Difusión de la innovación: ¿cómo acelerar la adopción de tecnologías? Dr. Manuel Madrid	<b>16</b>
La calidad gustativa de la fruta que se vende en el supermercado y cómo es posible cambiarla Guglielmo Costa	<b>30</b>
Nuevo sistema óptico de inspección automatizada Teri Johnson	<b>47</b>
Alimentos cómodos de utilizar Silvana Nicola	<b>59</b>
Los avances poscosecha y la globalización José Álvarez Ramos	<b>67</b>
La investigación en la poscosecha de las flores y sus aplicaciones George L. Staby	<b>72</b>
Hacia la automatización: avances en las nuevas técnicas en el equipamiento Margarita Ruiz Altisent	<b>81</b>
Un hilado cada vez más fino Alicia Namesny Vallespir	<b>88</b>
<b>Proyectos I+D+i</b>	
Mejora de la calidad del "Melocotón de Calanda": material vegetal, técnicas culturales, conservación y comercialización	<b>74</b>
Experiencia sobre materia seca en kiwi	<b>78</b>
Identificación de QTLs responsables de la calidad del fruto de melón	<b>79</b>
Caracterización organoléptica y nutritiva de manzanas, peras y melocotones ecológicos	<b>80</b>
<b>Empresas y Servicios</b>	<b>82</b>
<b>Enlaces de interés</b>	<b>86</b>
<b>Índice de anunciantes</b>	<b>87</b>

**Editor:**

Pere Papasseit

**Dirección:**

Alicia Namesny  
Dr. Ing. Agr.

**Consejo redacción:**

M<sup>a</sup> Dolores Rodríguez  
*Control Integrado*  
Xavier Martínez  
*Biólogo*  
Francesc Bastardes  
*Ing. Agrónomo*  
Juan Ignacio Ariza  
*Ing. Agrónomo*

**Redacción:**

Goretti Arana

**Informática:**

Àlex Pallero  
Dolors Espigares

**Publicidad y marketing:**

Eva Domingo  
Mónica Gómez

**Administración  
y suscripciones:**

Carne Sarobé

**Fotografía y logística:**

Antoni Preixens

**Diseño y preimpresión:**

CARÁCTER GRÁFICO, S.L.

**Impresión:**

NOVOPRINT

**Redacción y publicidad:**

Paseo Misericordia, 16 - 1<sup>o</sup>  
Apartado de Correos 48  
43205 REUS (Tarragona) España  
Tel.: +34-977 75 04 02  
Fax: +34-977 75 30 56  
horticom@ediho.es  
www.horticom.com

Esta revista no se responsabiliza de los contenidos de anuncios y colaboraciones. La reproducción total o parcial de los artículos e informaciones está prohibida, salvo con la autorización expresa del propietario del Copyright.

D.L.T. 1402-1993 - ISSN: 1132-2950  
© Copyright - 2008



**Adel A. Kader**

Departamento de  
Ciencia de las Plantas  
de la Universidad  
de California  
aakader@ucdavis.edu



## Perspectivas

# La calidad del sabor de frutas y hortalizas

*La variedad y el momento de la maduración son los elementos que más influyen en la calidad organoléptica de frutas y hortalizas; el Dr. Kader analiza la influencia de estos factores así como los restantes que afectan la percepción que tengan los consumidores. Un consumidor satisfecho significa la repetición de compras, lo que interesa tanto al productor como al consumidor. El texto a continuación es una selección de textos del artículo publicado ordinalmente en inglés en el Journal of the Science of Food and Agriculture, J Sci Food Agric 88:1863–1868 (2008) y traducido por Jorge Luis Alonso. El término “flavour” ha sido traducido como “sabor”.*

Las frutas y hortalizas son fuentes importantes de vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes. La contribución relativa de cada producto a la salud y bienestar depende de su valor nutritivo y consumo; el consumo obedece a las preferencias de los consumidores y al grado de satisfacción al ingerirlas. La calidad del sabor está influenciada por factores genéticos y por el manejo recibido durante el cultivo, cosecha y poscosecha. Cuanto más largo sea el tiempo entre la cosecha y el consumo, mayores serán las pérdidas de gusto y aroma y el desarrollo de sabores ajenos a la mayoría de frutas y hortalizas. El tiempo de poscosecha basado en sabor y calidad nutricional es más corto que el fundamentado en aspecto y textura. Por ello es esencial que la calidad del sabor sea tenida en cuenta al momento de seleccionar los genotipos. Es necesario cosechar según el grado de desarrollo o maduración, con el fin de mejorar la calidad al momento del consumo, y llevar a cabo un correcto manejo poscosecha para mantener óptimos el sabor y calidad nutricional de las frutas y hortalizas.

### Introducción

Proporcionar un mejor sabor a las frutas y hortalizas y ofrecerlas a precios asequibles, probablemente aumente su consumo, lo cual sería una situación conveniente para productores e intermediarios (ganarían más dinero, o al menos se mantendrían en el negocio) así como para consumidores (consumirían más alimentos sanos). Es necesario, por eso, dedicar una mayor atención al sabor y calidad nutricional de las frutas y hortalizas. Esto debería incluir la identificación de las causas de porqué la poscosecha basada en el sabor es más corta que la fundamentada en su aspecto, la obtención de variedades cuyo proceso de selección haya tenido en cuenta al sabor, y la modificación de las

actuales recomendaciones de manejo poscosecha, con el fin de maximizar la vida potencial del sabor.

Mediante el uso de biotecnología y métodos de selección tradicional, actualmente se vienen desarrollando nuevas variedades de frutas y hortalizas con mejor sabor y calidad nutricional, especialmente de aquellas especies para las cuales ya se han identificado marcadores que miden y analizan estas características. El desarrollo de tecnologías innovadoras que mantengan la temperatura y humedad relativa óptimas para retrasar la pérdida de sabor y calidad nutricional es un proceso que requiere de la colaboración de los sectores público y privado.

### Composición vs. sabor

El sabor de las frutas y hortalizas depende del gusto (balance entre el dulzor y la acidez y la baja o ninguna astringencia) y el aroma (concentraciones de compuestos volátiles activos desde el punto de vista del olor). Aunque ambos componentes están bien integrados en la percepción del sabor, el aroma parece jugar un rol más importante. Por lo tanto, las investigaciones futuras sobre el sabor deberán prestar una atención especial a los componentes volátiles y no volátiles.

El sabor dulce está determinado por las concentraciones de los azúcares predominantes, cuyo rango de dulzor, tomando como unidad la sacarosa, es fructosa (1.2) > sacarosa (1.0) > glucosa (0.64). La acidez está determinada por la concentración de los ácidos predominantes que, ordenados tomando el ácido cítrico como base de la percepción de acidez, tienen el siguiente orden: cítrico (1) > málico (0.9) > tartárico (0.8). Algunos aminoácidos y minerales pueden afectar a la percepción de la acidez y existen otros compuestos como los fenoles que también afectan al sabor.

Los sólidos solubles que mide el refractómetro incluyen a los azúcares, ácidos orgánicos, pectinas solubles, antocianinas y otros compuestos fenólicos además del ácido ascórbico. Por lo tanto, la correlación entre sólidos solubles y el



sabor dulce es baja en algunos casos. Los fitomejoradores pueden beneficiarse de la disponibilidad de métodos rápidos para medir azúcares totales y acidez titulable en frutas de sus líneas avanzadas de cruzamiento.

Los compuestos volátiles incluyen ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas (compuestos de bajo peso molecular). Varios de ellos han sido identificados en frutas y hortalizas pero se requiere más investigación para determinar los que contribuyen a crear un aroma deseable y cuál es el umbral de su concentración, la potencia y sus interacciones con otros compuestos.

Voilley y Etievant editaron un libro que proporciona un excelente panorama de los progresos en la ciencia del sabor y sus implicaciones en la industria alimentaria.

Los dos factores que más afectan al sabor son la variedad y el estado de desarrollo y estado de maduración en el momento de la cosecha, que se comentan brevemente a continuación. A ellos se suman la influencia de las prácticas de cultivo y de las prácticas en poscosecha; también afectan el sabor los procedimientos para obtener productos de IV gama (mínimamente procesados) o industrializados. Todos ellos son considerados en el texto original del Dr. Kader.

### Mejora genética de la calidad del sabor

La importancia relativa de cada uno de los factores de calidad del sabor y sus interacciones depende de la materia a

analizar. Actualmente la exigencia más importante es producir variedades de fruta con un mejor sabor, lo cual significa un alto contenido de azúcares, ácidos en una cantidad de moderada a alta (con equilibrio entre ellos), baja porción de fenólicos y bastante de los deseables olor-activo volátiles, que dan el buen aroma.

Debe darse preferencia a la sustitución de variedades de sabor pobre por aquellas de buen sabor y/o selección de nuevas variedades con sabor superior y textura de buena calidad. La selección por características tales como rendimiento, tamaño del fruto y vida útil ha tenido consecuencias negativas no deseadas sobre el sabor de las frutas

### Estado de desarrollo y punto de maduración en la cosecha

El grado de desarrollo de la fruta al momento de la cosecha es el segundo factor más importante (después del genotipo) que afecta la calidad del sabor de las frutas y hortalizas. La síntesis de compuestos volátiles y no-volátiles que influye en el sabor de las frutas aumenta con su estado de desarrollo y maduración. Sin embargo, es una práctica muy común cosechar los frutos antes de alcanzar su desarrollo óptimo, debido a que, al comenzar la temporada, los precios de venta son altos y la oferta es baja. Es una situación habitual porque las autoridades no hacen cumplir los índices mínimos de madurez. Otra razón para que se cosechen prematuramente es la de darle suficiente firmeza a las frutas para que resistan la manipulación y el almacenamiento. Sin embargo, Fellman et

al. demostraron que cuando las manzanas se cosechaban en la primera etapa del pre-climaterio y se almacenaban al ambiente o mediante atmósfera controlada, nunca alcanzaban una buena calidad. Es necesario estimular a los productores para que cosechen los productos con una maduración entre parcial y total mediante el desarrollo de métodos de manipulación que protejan las frutas de daños físicos.

### Conclusiones

Ofrecer a los consumidores frutas y hortalizas de buen sabor, en forma fácil de consumir y a precios asequibles, es probable que aumente su consumo. Para lograr este objetivo, los esfuerzos de investigación y desarrollo deben abordar los siguientes objetivos:

1. Sustituir las variedades de mal sabor por aquellas de buen sabor que ya existan y/o seleccionar nuevas variedades con sabor y calidad deseable en términos de textura.
2. Identificar las prácticas culturales mejores para maximizar la calidad del sabor, tales como optimizar la carga de cultivo y evitar el exceso de nitrógeno y agua.
3. Alentar a los productores a cosechar los frutos entre parcial y completamente maduros, mediante el desarrollo de métodos que protejan a los frutos de daños físicos y determinen, en forma no destructiva, los índices de calidad.
4. Identificar las condiciones óptimas del manejo poscosecha (tiempo, temperatura, humedad relativa, composición de la atmósfera) que mantengan la calidad del sabor de las frutas y hortalizas y sus productos con valor agregado. La vida poscosecha debe ser determinada basándose en el sabor, más que en la apariencia.
5. Desarrollar productos "listos para comer" con buen sabor y adecuada vida útil.
6. Optimizar la etapa de desarrollo del cultivo/maduración en relación con la calidad del sabor en el momento de la transformación y seleccionar métodos de tratamiento para mantener el buen sabor de los productos procesados.

Artículo publicado originalmente en inglés en el *Journal of the Science of Food and Agriculture, J Sci Food Agric* 88:1863–1868 (2008). Disponible en español en [www.horticom.com?73343](http://www.horticom.com?73343), donde se incluye la Bibliografía. Traducción Jorge Luis Alonso; selección de textos Alicia Namesny.



**Hugo Giambanco de Ena**

*Ex-Inspector Técnico del SOIVRE*

*hugogiambanco@gmail.com*



## Prácticas en poscosecha

# Nuevo enfoque en la manipulación de los almacenes de confección

Gestión y aplicación de los conocimientos de logística y de comercio hortofrutícolas.

Como sabemos se han producido dos hechos que marcan a gerencia el modo de gestionar un almacén y/o central hortofrutícola a saber:

1.- La crisis económica, que afecta a todos los sectores productivos, a los comerciales en su fase de preparación, a los comerciales en su fase de expedición y ventas (logística) y a los de comercialización en el punto final (consumidor en relación con el lineal del supermercado o grandes superficies).

El retrainamiento de los pedidos y el consumo de ciertos productos (o tipos de confecciones) es evidente.

2.- La nueva modificación de las Normas de Comercialización de frutas y hortalizas (Reglamento CE 1221/2008) con objeto de simplificar y establecer una norma general de comercialización que de dichos productos, estipula y fija de forma muy genérica, estableciendo como es lógico, los siguientes apartados:

- Requisitos mínimos de calidad (se exceptúa claro está el destrío).
- Requisitos mínimos de madurez (encaminados a mantener su vida útil).
- Tolerancia del 1% en cada lote de defectos leves no evolutivos (exceptuando los defectos graves).

- Mercado de origen del producto (en lengua del país de origen y país de destino si es distinta).

Sólo quedan como norma específica productos tales como tomates, pimientos verdes, lechugas y escarolas entre las verduras; y cítricos, kiwis, melocotones y nectarinas, fresas, manzanas, peras, y uva de mesa, ya que se ha tenido en cuenta su volumen de comercialización, su necesidad en la UE, su valor intrínseco, los datos de Comercio Exterior intra y extra comunitario, etc. etc., pero suavizados para favorecer los intercambios comerciales (hace especial hincapié en la mezcla



de variedades y en la de envases de venta directa al consumidor).

### Actuación y estudio

Lo anteriormente indicado obliga a Gerencia a especificar y disponer una serie de pautas, entre las que destacamos como más importantes, las siguientes:

- Mantener entre los proveedores habituales o socios (en caso de Cooperativas) una pauta de calidad indispensables y mínimas, mediante unos “disciplinarios de producción” (GAP –buenas prácticas agrícolas- y cuaderno de campo incluido) que atienda fundamentalmente a las características más graves (plagas y podredumbres).

- Ídem en lo que se refiere a características sanitarias (LMR o límite máximo de residuos permitidos e higiene y desinfección), que se mantendrán inmejorables en la línea de manipulación y confección.

- Distinguir muy claro entre el comercio interior y exterior, mimando a éste último, ya que es el único que nos permitirá salir antes de la crisis económica (según el tipo de producto a veces será el único punto viable) aplicando los conocimientos de logística y de comercio exterior (países a los que se podrá mandar productos que además de cumplir la Norma General ya definida, cumplan los las Normas Cepe/ONU si la tuviesen, y que

además por precio pueden acceder a países intracomunitarios con menor poder adquisitivo (caso ya experimentado en las últimas campañas) y dejando a un lado en estos momentos críticos, la “excelencia empresarial” y los sistemas de certificaciones empresariales que no atiendan a satisfacer métodos sanitarios, medioambientales y ecológicos, en función de las demandas comerciales que les afectan.

Indudablemente habrá empresas, que puedan permitirse continuar con su po-

**Indudablemente habrá empresas, que puedan permitirse continuar con su política de calidad, siempre que no se pierdan valores importantes como verificación, control y registro de datos**

### La cadena de distribución de alimentos está adaptada a la demanda del consumidor.

lítica de calidad como hasta ahora, sino siempre pueden volver a su estatus inicial, siempre que no se pierdan valores importantes como verificación y control y registro de datos (mantener el historial para nosotros es muy importante, para poder aprovechar las enseñanzas que nos puedan proporcionar).

### Proceso de trabajo

1.- Por lo expuesto se atenderá a la higiene, seguridad y prevención, con lo que se deberá vigilar, auditar y mantener:

- La obra civil (incluyendo los suelos y servicios).

- La limpieza e higiene de los operarios.

- La maquinaria utilizada, incluyendo los útiles de frío y cámaras frigoríficas (pre-refrigeración, túneles, conservación a corto y largo tiempo, puesta a régimen etc.).

2.- Se atenderá de un modo muy concreto a la organización de las líneas de manipulado, de tal forma de optimizar y economizar al máximo posible los insumos y costos que le demos de valor añadido al producto.

**La mecanización de los almacenes de confección permite la distribución organizada por la cadena de suministros de alimentos.**

Habrà por tanto que definir lo que es "marca normal de exportación", marca segunda (mercado nacional) y marcas blancas, así como los preenvases y envases a utilizar y su grado de mecanización.

3.- La empresa deberá desarrollar un control de calidad operativo indispensable y como objetivo, a recepción, que garantizando los requisitos legales (de calidad y sanidad) puedan proceder con operatividad a la manipulación del producto, para lo cual se tendrá bien definido:

- Tabla de muestreo.
- Conformidad del socio y/o proveedor.
- Fichas de control.

4.- El paso del producto por línea, seguirá como siempre unas pautas en las que predominarán:

- La previa tría o eliminación del desvío.
- El tratamiento doméstico, sobre todo en lo que se refiere a limpiado, cepillado y lavado.

Se revisarán los cepillos de tal manera que:

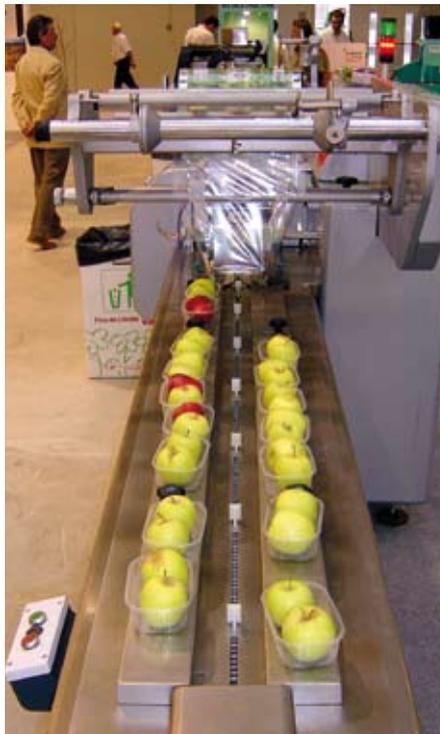
- Tratan delicadamente al producto.
- Con regulación de velocidad y reglaje de paso.
- Con mecánica robusta y fiable (y autorizada por RGS, Registro General de Sanidad).

Las hidrolavadoras (tanto de frutas como de hortalizas) deberán:

- Tratar delicadamente al producto.
- Tener longitud suficiente para su buen hacer, con agua potable y con la cantidad de cloro u ozono mínima garantizada.
- Ser de tipo continuo a producto desnudo o con bienes de inmersión al efecto, provistos de filtros depuradores y con cambio periódico de agua.

El calibrado aunque no tan estricto (excepto en los productos citados con norma específica y en sus categorías superiores) será el adecuado a un rendimiento óptimo.

A veces puede ser suficiente una precalibradora, o calibrado manual desde la recolección, que no necesite un grado de precisión alto, con la condición que se pase de nuevo por calibrado correcto con ciertos tipos de confección y mercados.



5.- El envasado, el cual se centrará en los momentos actuales en:

a) Utilización masiva de envases ERT (envase de plástico retornable de transporte, mediante un sistema Pool) pues tienen la ventaja de ser muy cómodos en su uso, en su enfriamiento y en su contenido muy regular.

Si se prevén salidas ERC (reaprovisionamiento continuo) no regulares y para verduras, será interesante utilizar envases de poliestireno, PS, o "corcho blanco" ya que protegen y mantienen el producto en cámara mejor que otros envases.

b) Utilización masiva de confección a granel, para abaratar costos y adaptarse a las necesidades del cliente final (retraimiento en su compra).

c) Utilización de prepackings baratos (bolsas, fillets, mallas, etc.) pero a ser posible con peso mínimo (500 g) por lo apuntado en el apartado anterior.

Es indispensable un buen grado de mecanización, volcadores automáticos, despaletizadores de envases de campo, llenadoras graneleras automáticas con flejado por unidad de envases, pulmones de acopio y regulación como alimentadores de prepacking, etc.

### Utilización del frío

Gerencia en este caso tomará un cuidado muy especial y exquisito para que se cumplan las siguientes premisas:



- Mantenimiento del sistema de frío, empleando siempre medidas de seguridad y conservación. Calibrando los controles de aire, nitrógeno etc., comprobando regularmente fugas y purgando, verificando niveles de aceite y lubricante, etc. En estos momentos un fallo en el sistema frigorífico puede dar al traste con una estrategia de supervivencia.

- Ajuste de la carga de refrigerante mediante los diagramas de presión y temperatura, hasta conseguir operaciones óptimas. Controlando periódicamente la humedad y la temperatura en el corazón del producto. Intentar no ahorrar en frío en estos momentos, en efecto, ya que si la temperatura debe ser en el centro del producto de 1°C, y lo dejamos a 4°C, nos encontraríamos por ejemplo que la pérdida de vida útil del producto (por efecto de su respiración aunque fuese pequeña) podría ser de 5 días, y a nosotros ese tiempo (en venta) nos podría ser crucial.

A efecto práctico, antes de efectuar cualquier expedición, se deberá controlar:

- Temperatura del producto.
- Ficha de almacenamiento del mismo y código FIFO (First In, First Out; primero en entrar, primero en salir).
- Trazabilidad del lote.
- Condiciones de transporte frigorífico (embarque CMR, contrato de transporte internacional de mercancías).

### Transporte de la mercancía

Se trata de solucionar problemas habituales con acciones como:

- Repartir a clientes próximos con furgonetas o camiones de la empresa (siempre con un mínimo de rentabilidad).
- Venta directa en almacén, con ganchos efectivos en descuentos (aunque con pago al contado).
- Unión con otras empresas para entre dos compartir a ser posible cliente con un mismo camión (12.000 Kg. por empresa).
- Grupales de productos compatibles a destinos próximos, teniendo en cuenta que puede haber problemas anejos a solucionar.

Hay que definir lo que es “marca normal de exportación”, marca segunda y marcas blancas, así como los preenvases y envases a utilizar y su grado de mecanización

### Resumen de la gestión en un almacén

Como hemos querido dar a conocer en este artículo, la gestión de un almacén o central hortofrutícola debe ser consecuente con el momento en que atravesamos, teniendo en cuenta que:

- Se debe por todos los medios intentar exportar y ganar mercados, con preferencia aquellos que exijan gran calidad y cuyo volumen de compra sea grande.
- Se deben minimizar gastos en el Almacén, teniendo para ello muy bien estudiado el mantenimiento y la seguridad.
- Los recursos humanos se simplificarán siempre que tengamos personas formadas y veteranas (hoy es posible elegir).
- La aplicación del frío debe ser una obsesión en nuestro quehacer diario.
- Minimizar y estudiar muy bien los formatos de venta, que nos condicionarán maquinaria y operarios a utilizar.
- Estudiar muy bien la distribución y el transporte.
- Analizar detenidamente los productos importados, sus características comerciales, su precio, etc. y sacar conclusiones que nos puedan beneficiar (fortalezas) o eliminar su comercialización si no podemos competir de ninguna manera (debilidades).



**Citrosol**

**sol**uciones en postcosecha  
ving postharvest needs

Dirección: Benito Orihuel - borihuel@citrosol.com  
 Valencia: Javier Monzonis - jvmonzonis@citrosol.com  
 Castellón: Cristian Ortells - cristian@citrosol.com  
 Murcia: Raúl Ortiz - raulortiz@citrosol.com  
 Málaga: Francisco Palomo - malaga@citrosol.com  
 Sevilla: Antonio Herrera - antonioherrera@citrosol.com  
 Internacional: Julio Marín - juliom@citrosol.com

Par. Alameda, Parcela C  
 Tel.: (+34) 96 280 05 12 - Fax: (+34) 96 280 08 21  
 46721 POTRIES - Valencia - España  
 www.citrosol.com





**Hugo  
 Giambanco  
 de Ena**

*Ex-Inspector Técnico  
 del SOIVRE*

*hugogiambanco@gmail.com*

## Prácticas en poscosecha

# Manejo y control del sistema frigorífico

**Auditoría, pautas de acción, mantenimiento y formación.**

En este artículo partimos de una instalación frigorífica dada, situada en un concreto almacén o central hortofrutícola, lo que tendremos que hacer serán, siguiendo un orden lógico, los siguientes pasos:

- Auditoría de la instalación, pues es preciso y necesario sea buena y adecuada.

- Soluciones que procedan a acometer y subsanar como consecuencia del acto anterior.

- Tener documentadas unas pautas de acción, que englobaremos bajo el nombre de "normas de seguridad" e "instalaciones de seguridad".

- Mantenimiento continuo de la instalación frigorífica.

- Así mismo enseñar y formar a los operarios con competencia en la instalación frío, de todo lo anterior, resumido en un compendio de "buenas prácticas de refrigeración", con una buena "garantía del empleo del frío".

### Auditoría de la instalación frigorífica

Es lo primero que debe hacer gerencia, bien por medio de sus técnicos cualificados o bien mediante empresas externas, con solvencia y certificado de competencia.

Como resumen, ponemos lo que se debe auditar, con el mayor detenimiento posible:

- Están las paredes y techo en buenas condiciones.

- Están desprovistos los locales y cámaras de condensación y charcos.

- Están limpias las cámaras y tienen facilidad para limpiarlas.

- Se hace periódicamente control de legionella (y se guardan registros).

- Existen deflectores de aire, que lo encaucen correctamente al producto y así recircularse lo antes posible, evitando zonas muertas.

- Se comprueba la velocidad de aire y la aireación (ventilación).

- El desescarche es adecuado y coincide con aireación o descarbonatación.

- Los suelos están en buenas condiciones y señalizados.

- Las puertas son automáticas, con transparencia si procede, con ventano si procede, con las gomas en buen uso, flejes y sistemas de seguridad.

- Tienen sistema efectivo de apertura interna.

- Los elementos luminosos son los correctos (intensidad y cobertura).

- El espacio, la capacidad y la disposición de los envases es la correcta (estiba).

- Existe control serio medioambiental (temperatura, humedad relativa, refrigerante ecológico, residuos de limpieza y cambio de aceite controlados)

- Se evita llenar las cámaras con gran cantidad de producto caliente.

- Se comprueban los termómetros de pincho.

- Se comprueban los aparatos de HR.

- Hay un sistema de humidificación adecuado.

- Existen carteles de llenado de cámara, de aviso o de prohibición de entrada.

- Existe control de llenado y trazabilidad.

- El tipo de refrigerante es ecológico.

- Existe eficacia para un menor consumo de energía.

- Las alarmas (escape refrigerante, temperatura inadmisibles, atrapamiento in-



terior) y los equipos de emergencia (traje y bombonas) son efectivos.

### Soluciones que proceden corregir como consecuencia de lo anterior

Las acciones correctivas pueden ser según su importancia, de las siguientes clases:

- De acción inmediata, que no esperan dilación.

- De acción no tan inmediata, pero avisando a mantenimiento o a la empresa que la mantiene.

- Esperar a terminar el ciclo de campaña del almacén y proceder a reparar lo necesario durante el invernaje (ejemplo rehabilitación de viejas cámaras, cambio de sistema de refrigerante y aparatos, ampliación de cámaras, etc).

### Condiciones de una buena instalación frigorífica

Debemos tener documentadas unas pautas de acción como "condiciones de una buena instalación frigorífica" que se harán ya patentes en la auditoría soportada, así como unas "instalaciones y normas de seguridad".

Dentro de las primeras las reglas o normas más importantes son las siguientes:



- Poner llaves de paso antes y después de cada aparato (con accionamiento manual).
- Utilizar filtros antes de las válvulas automáticas.
- Poner válvulas antirretorno, al principio de cada línea.
- Utilizar válvulas de seguridad en los aparatos a presión (recipiente, subenfriador etc.).
- Cuando la instalación es de amoniac, utilizar sumideros de aceite en todos los elementos.
- Cuando los compresores están colocados en paralelo, hay que conectar los cárteres de los mismos.
- Colocar siempre visor de líquido, en tubería de entrada al evaporador.
- Utilizar siempre agua depurada (en su circuito correspondiente, condensación y desescarche).
- Utilizar aceites refrigerantes especiales (Suniso) de calidad.

### Instalaciones de seguridad

En cumplimiento de la normativa vigente, se debe dar especial importancia a la alarma de emergencia para cámaras, y los carteles señalizadores de avisos (primeros auxilios, instrucciones de emergencia y señales en las puertas de las cámaras).

- Se tendrá muy en cuenta además:
- Alumbrado de seguridad en el interior de las cámaras, de manera que en caso de fallo de la red, pueda entrar en servicio.
  - Alarma de fallo en el suministro eléctrico (acústico y óptico) para que se ponga en funcionamiento el servicio de reemplazo.
  - Puertas con sistema de apertura y cierre por ambos lados.
  - Colocación de un hacha tipo bombero en el interior de la cámara, susceptible de ser utilizada en caso de emergencia.

**Debemos tener documentadas las pautas de acción como “condiciones de una buena instalación frigorífica”. Estas se harán patentes en la auditoría y en las “instalaciones y las normas de seguridad”**

**La frigoconservación ya es habitual en la distribución de frutas y hortalizas. La estanterías frigoríficas de hortalizas comienzan a tener en las tiendas la misma relevancia que los lácteos.**

- Colocación de tres detectores de gas que aseguren el control de cualquier fuga, accionando alarma y poniendo en marcha los ventiladores de extracción y renovación de aire.
- Alarma de existencia de fuego (acústica y óptica) en sala máquinas (extintor al lado).
- Toma de tierra de protección (picas).

### Mantenimiento de la instalación frigorífica

Para el buen funcionamiento de la instalación, se deben hacer comprobaciones semanales, mensuales y una a fondo una vez al año de los niveles, presiones, controles de seguridad, hermeticidad, etc. necesarios.

Si la instalación está equipada con un sistema de “televigilancia” la observación de los parámetros de funcionamiento permitirá detectar de manera precoz la presencia de fugas o anomalías, y por tanto actuar con rapidez.

En instalaciones medias y pequeñas al no tener un especialista jefe de mantenimiento, es muy útil tener un “contrato de mantenimiento” con una empresa responsable (taller) que nos mantenga periódicamente y a requerimiento nuestro la instalación en perfecto estado.



**Distribución y almacenamiento de los alimentos en una instalación frigorífica, que en la foto igual puede pertenecer a un productor o a una plataforma mayorista.**

### Buenas prácticas de refrigeración

Vienen definidas como consecuencia de una enseñanza y formación de los operarios con competencia de acción de todo lo anterior, resumido en un compendio de “buenas prácticas” y el de “garantía y mantenimiento del empleo de la cadena de frío”.

Las más importantes dentro de las primeras, son las siguientes:

- No sobrepasar la capacidad de carga, esta suele ser de media 200 Kg/m<sup>3</sup>.
- No sobrepasar saltos térmicos mayores de 5°C (entrada aire caliente, salida de aire frío en el evaporador) para evitar estrés y pérdidas de peso (amén de congelación) en el producto.
- Renovar continua y periódicamente el ambiente, para eliminar olores y etileno producido.
- No aumentar la velocidad del aire en contacto con la fruta, mas allá de 0,2 m/s.
- Hacer un buen estocaje o estiba en cámara. Son muy útiles los adhesivos colocados uno por palet que nos indiquen lote y fecha de entrada.
- Mantener una higiene y limpieza escrupulosa de la cámara, teniendo en cuenta que una vez por año hay que hacer control por legionela.
- Hacer coincidir desescarche con ventilación o con eliminación de CO<sub>2</sub> (escruber).
- Utilizar siempre refrigerantes ecológicos autorizados.

- Verificar de vez en cuando el nivel de aceite (cárter-compresor) o lubricante para evitar desbordamientos, como así mismo ajustar la carga de refrigerante a las condiciones operativas óptimas, y vigilar las vibraciones anormales.

- Comprobar regularmente que no hay fugas de refrigerante en el sistema. Utilizar si es preciso alarmas.

- Hacer del mantenimiento preventivo una herramienta necesaria para la fiabilidad y productividad, siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante o instalador del sistema de refrigeración.

- Procurarse del registro de datos del funcionamiento de las cámaras.

- No eliminar refrigerantes u otros desechos peligrosos sin contar con empresa especializada y certificada.

**Para el buen funcionamiento de la instalación, se hacen comprobaciones semanales, mensuales y la revisión general es una vez al año revisando los niveles, presiones, controles de seguridad y hermeticidad**

- Seguir en todo momento las normas de seguridad establecidas en la empresa (operarios y empresas auxiliares).

### Garantía de empleo de la cadena de frío

La cadena de frío que posee el almacén lo componen sus cámaras de pre-refrigeración, las cámaras de conservación y las cámaras de espera o antesalas refrigeradas para carga del furgón frigorífico.

La “garantía de empleo” de esta cadena de frío presupone un buen mantenimiento del estado de la misma y absoluta higiene (limpieza y desinfección).

Por todo ello se tienen que tener en cuenta estas consideraciones:

- Contrato de mantenimiento con buenas empresas de refrigeración.

- Contratos de alquiler adecuados (si las cámaras no son propias).

- Paredes, suelo y techo deben mantenerse libres de contaminaciones (en especial la fúngica).

- Las puertas y escotillas (ventanucos espía) y otras aberturas deberán funcionar correctamente.

- Solo productos compatibles se almacenarán juntos.

- Tener perfectamente controlados y separados la materia prima (a refrigerar o conservar) y el producto acabado (en espera o a conservar) teniendo en cuenta en cada caso la temperatura y humedad relativa requerida.

- Proceder siempre a una buena estiba de los alimentos.

- Uso de aparatos de control con registradores y registros (histórico producto e histórico ambiente).

### Resumen de acciones por gerencia

- Cumplir con toda la legislación vigente de Industria y de Sanidad.

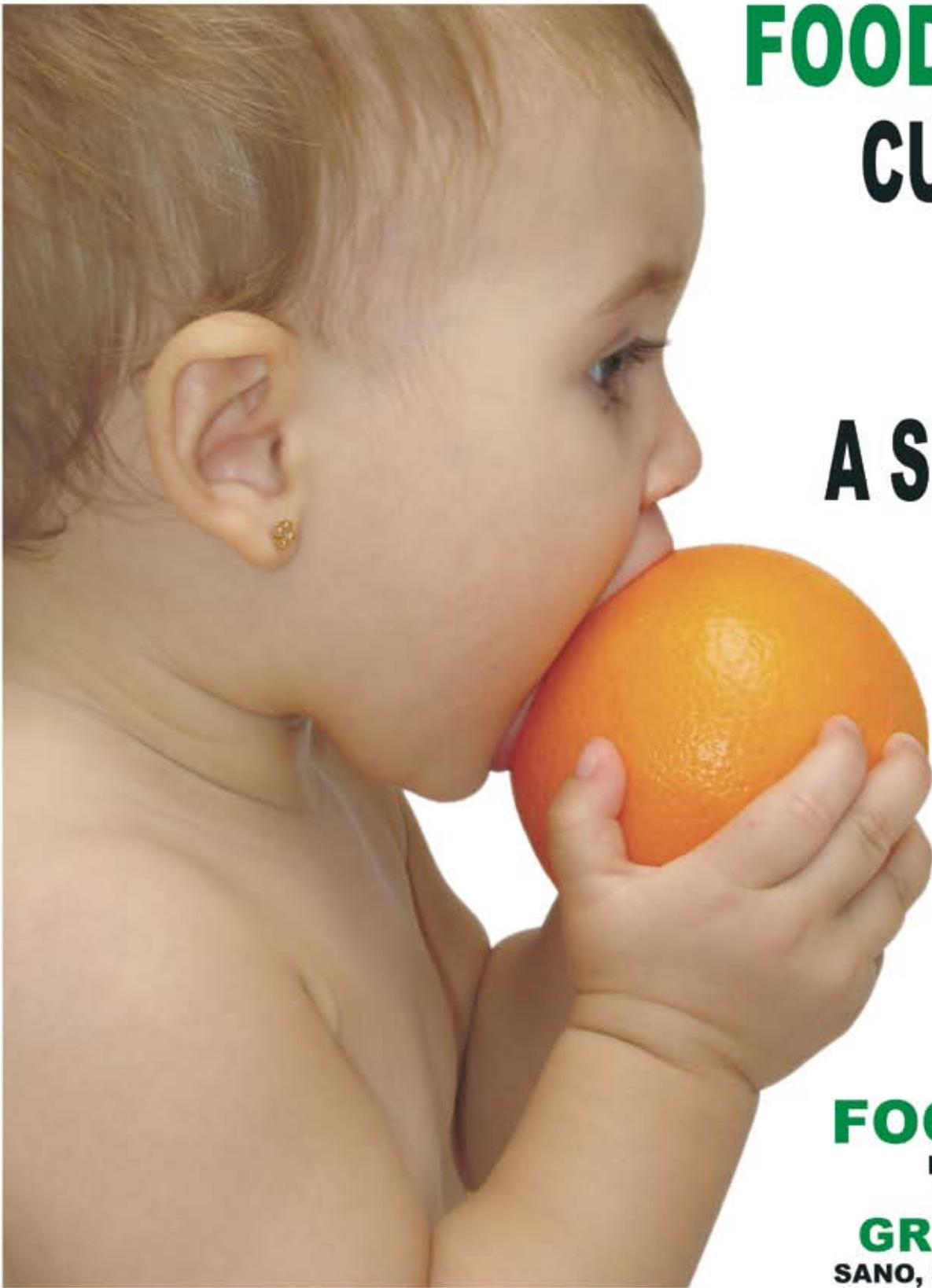
- Tener la instalación en buenas condiciones de mantenimiento.

- Enseñar y formar a los operarios con acceso autorizado.

- Cuidar con esmero las garantías de sanidad (limpieza y desinfección) de la instalación.

- Tener las instalaciones de seguridad en perfecto estado (no olvidarse que con amoníaco aún son mayores).

- Poseer una buena póliza de seguro, que podrá ser efectivo si además de todo lo anterior se poseen paneles cortafuegos en las cámaras y no se almacenan en éstas productos inflamables.



# FOODWAX: CUIDE SU FRUTA COMO A SU BEBE

**FOODWAX**  
RECUBRIMIENTO  
COMESTIBLE  
**GREEN LINE**  
SANO, SEGURO, MEJOR



**FOMESA**

*fruitech, s.l.u.*

FOMESA <sup>brillo</sup>ceras BROGDEX

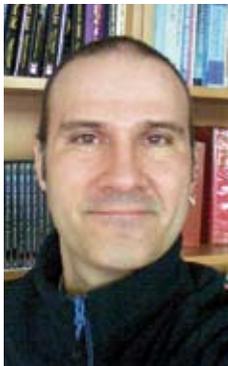
GRUPO

**FOMESA**

CAMI DEL RACÓ, Nº 10 POLÍG. IND. NORTE 46469 BENIPARRELL (VALENCIA) ESPAÑA TEL. +34 961211862 FAX. +34 961214113

E-Mail: [fruitech@fomesa.com](mailto:fruitech@fomesa.com) [www.fomesa.com](http://www.fomesa.com)

## Difusión de la innovación: ¿cómo acelerar la adopción de tecnologías?



Dr. Manuel  
**Madrid**

MorphoSystems

manuel.madrid@morphosystems.eu

La mejor solución será la más adaptada al sistema, fácil de implementar, con el menor costo total y que dé el menor número de defectos.

**P**or qué las mejores tecnologías y prácticas poscosecha no se adoptan a una mayor velocidad, si el beneficio es evidente?

Ésta era una pregunta que me intrigaba siempre como recién graduado en horticultura con la especialidad de poscosecha. Asimismo, al empezar mi carrera en una empresa principal de producción y distribución de frutas, puede observar también que las mejores tecnologías, las prácticas y procesos más convenientes al cuidado de la fruta no eran aplicadas siempre. ¿Cuáles eran las razones?

Esto despertó mi interés para intentar entender el contexto en el que las prácticas de poscosecha ocurren y se modifican. Y este contexto es el de una empresa, una organización con fines económicos, con inversiones y activos; pero también una organización con recursos humanos, con empleados y procesos que coordinan sus actividades.

La difusión de la innovación tecnológica es un tema general de análisis en ciencias sociales y económicas, y contiene aspectos de economía de la empresa, gestión de la innovación, psicología y sociología entre otros.

### El sistema y sus factores económicos y humanos

No hay que olvidar que las mejoras tecnológicas o cualquier mejora del proceso poscosecha ocurre en un contexto empresarial, donde los objetivos económicos de la empresa son la razón principal de la actividad.

Se puede considerar cada empresa hortofrutícola como un sistema productivo. Según E.

Deming, fundador de los sistemas de gestión de calidad en Japón y EEUU, un sistema se define como "una serie de funciones o actividades (también llamados subprocesos) dentro de una organización que trabajan juntos hacia el objetivo de dicha organización".

Por tanto la gestión de la empresa requiere conocimiento de la interrelación entre procesos y el trabajo de la gerencia es optimizar el sistema completo. De este análisis del sistema y sus subsistemas, pronto aparece la paradoja de que la optimización de las partes no implica la optimización del sistema total.

Ejemplo: El enfriamiento en el campo es una práctica buena en sí misma, en teoría, pero puede resultar perjudicial si no hay continuidad en la cadena de frío. Si la cadena de frío se rompe a la llegada al almacén o en la espera a la carga, además de la pérdida de vida útil por incremento de la respiración, habrá otro efecto negativo de condensación de la humedad ambiente, que para algunos cultivos (cítricos, frutas del bosque) es muy perjudicial en su conservación, generando podredumbre.

Otro ejemplo: La adopción de una nueva variedad más productiva por los productores sin coordinación con equipo de ventas, puede resultar en un pico de producción en una determinada época del año, que el equipo de ventas no puede vender y le coge por sorpresa.

No siempre la solución tecnológicamente más avanzada es la mejor para el sistema hortofrutícola. La mejor solución será la más adaptada al sistema, fácil de implementar, con el menor costo total (definido como costo de instalación más costo de operación) y que dé el menor número de defectos.

Se entiende como costo total no sólo el costo financiero directo, sino también de tiempo, esfuerzo y de recursos humanos.

Hay que cuantificar la mejora de calidad de cualquier innovación tecnológica en el contexto del sistema empresarial, en nuestro caso el sistema completo de la empresa hortofrutícola, desde la genética, producción, cosecha, envasado, enfriamiento, transporte y distribución.

Un ejemplo: Las mejoras en vida útil ("shelf life") facilitan el flujo del sistema y reducen las pérdidas en la cadena de valor, pero paradójicamente no siempre resultan en una mejor calidad para el consumidor, si esa mejora de vida útil es consumida por el sistema en vez de ser entregada al consumidor.

Ocurre a veces que al introducir una nueva variedad de frambuesa con 50% más de vida útil, se puede producir el efecto contrario al deseado, si los procesos de coordinación logística para mover el producto rápido por la cadena se relajan al confiar en la nueva variedad y se extienden los días de transporte. También hay factores de pérdida de sabor asociados a ciertos incrementos genéticos de vida útil, que afectan al consumidor.

Las mejoras de procesos humanos son muchas veces más importantes que las mejoras tecnológicas, el entrenamiento, las condiciones de los trabajadores, buenas herramientas que ahorran tiempo y evitan descoordinación.

Por ejemplo, los errores humanos en manejo de inventario causa retrasos en distribución y pérdida de vida útil ("shelf life") en el almacén refrigerado. Un buena gestión de inventario de fruta de almacén no es tecnología muy radical, pero contribuye mucho a la mejora de la calidad de la fruta o verdura.

O un buen equipo de ventas, motivado y activo, que mueva la fruta deprisa a los clientes y que esté bien alineado con el equipo de compra de frutas para conocer las características de su producto semana a semana, puede en ocasiones hacer más para la calidad de la fruta que una nueva tecnología o variedad.

Asimismo, un buen planeamiento de producción para evitar picos de producción que se almacenan o estropean permite un buen flujo de fruta y un buen planeamiento para promociones con supermercados.

Esto no es tecnología punta, pero son puntos claves en un funcionamiento fluido del sistema y con pocos errores.

Toda innovación esta inmersa en un sistema. La mejora de una parte solo puede ocurrir si las demás partes del sistema realizan una mejora también ("upgrade"), si no la nueva tecnología

introducida creará inestabilidad en el sistema y cuellos de botella en el flujo de productos.

Por ejemplo: Un nuevo sistema de enfriamiento rápido puede requerir un nuevo tipo de caja que facilite el flujo de aire, que debe ser discutido y aprobado por los clientes. Otro ejemplo: Un nuevo fungicida puede ser más efectivo, reducir residuos en la fruta, y proteger mejor la fruta, pero debe ser discutido con los clientes para estar incluido en la lista aprobada por los supermercados.

Luego está el balance entre las inversiones de corto o largo plazo: En el sistema de la empresa hortofrutícola hay que considerar siempre el balance entre el corto plazo y el largo plazo, P. ej. ¿Invierto ahora en un nuevo programa de investigación o un nuevo equipo que acelera los procesos de envasado, o aumento mi equipo de comerciales en un momento de bajada de ventas?

### ¿Cómo se puede acelerar el proceso de adopción de tecnología poscosecha?

Aquí enumeramos algunas recomendaciones generales, que luego deberán ser adaptadas para cada empresa en concreto:

- Estudiar el sistema completo, desde genética- producción- envasado- transporte- distribución

- Definir bien el objetivo final de la empresa y buscar las soluciones tecnológicamente más sencillas y prácticas.

- Buscar varias rutas para llegar al mismo objetivo y elegir la mejor desde el punto de vista de facilidad de implementación y desde el punto de vista financiero. P. ej. Para mejorar vida útil del producto fresco es mejor: ¿Invertir en mejor germoplasma, mejores envases que enfrían más rápido, mejora instalaciones de frío o un sistema logístico que entrega el producto en menos días?

- Estudiar el aspecto financiero de la tecnología: ¿Es económicamente rentable la inversión?

- Estudiar las implicaciones del cambio tecnológico en la organización de la empresa: ¿Cuáles son las consecuencias del cambio para los trabajadores, para los gerentes? ¿Darán más trabajo, o facilitará el trabajo? ¿Ahorra tiempo y esfuerzo? Estudiar las posibles resistencias y trazar un plan.

- Ver qué otros elementos del sistema empresa hortofrutícola deben cambiar a la vez para que la implementación de una tecnología sea un éxito.



■ *MorphoSystems es una empresa de consultoría dedicada a asesorar a las empresas agroalimentarias en temas de innovación, tecnología, mejora de la productividad y desarrollo de nuevos productos.*



**Fabián Guillén**

Profesor Titular.  
Área Tecnología de  
Alimentos. Escuela  
Politécnica Superior de  
Orihuela. Universidad  
Miguel Hernández  
fabian.guillen@umh.es



# 1-MCP como estrategia de conservación

El 1-MCP está clasificado como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano, demostrando su efecto al retrasar la senescencia natural. El producto se ha comercializado, bajo el nombre “Ethylblock™” para flores y “Smartfresh™” para frutos y hortalizas.



El etileno es una hormona vegetal que afecta al desarrollo de distintos procesos como son la maduración y senescencia de tejidos vegetales en productos hortofrutícolas y ornamentales. El descubrimiento y posterior comercialización del 1-metilciclopropeno (1-MCP) ha puesto de manifiesto tanto su potente actividad como inhibidor de la acción del etileno, como su capacidad de mantener la calidad general en post-recolección de muchos productos vegetales.

El 1-MCP está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de

USA como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano. Los primeros trabajos y el desarrollo comercial del producto se realizaron en flores, demostrando su efecto al retrasar la senescencia natural. El producto se ha comercializado, bajo el nombre “Ethylblock™” para flores y “Smartfresh™” para frutos y hortalizas. En ambos casos, el tratamiento se basa en una aplicación gaseosa del producto en una cámara cerrada. Más recientemente, se registró en el año 2007 con el nombre de “Harvista™”, un producto constituido por 1-MCP

**El 1-MCP fue probado inicialmente con flores.**

pero que posiblemente permitirá su tratamiento en pre-cosecha en el futuro.

### Efecto del 1-MCP en frutas y hortalizas

El efecto general del 1-MCP en los productos hortofrutícolas es el de detener o retrasar la maduración de éstos. Sin embargo la acción buscada de este compuesto sobre hortalizas como el brócoli,

**Tabla 1:**

**Efecto del 1-MCP sobre el metabolismo del fruto y la calidad organoléptica.**

Efecto del 1-MCP sobre la calidad organoléptica y metabolismo del fruto		
Fruto	El 1-MCP reduce o retrasa:	No afecta el 1-MCP
Manzana Albaricoque Ciruela Tomate	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez, cambios de color, y producción de aromas. Asimismo retrasa las pérdidas de peso en Albaricoque, ciruela y tomate.	Contenido en sólidos solubles y acidez titulable en diferentes variedades.
Plátano Mango	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez en plátano, cambios de color, y producción de aromas.	Sólidos solubles en ambos frutos y acidez titulable en mango.
Melocotón Nectarina	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez.	Respiración en algunas variedades de Nectarina. Pérdida de acidez en variedades de melocotón poco ácidas.
Pera Kiwi Aguacate	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, cambios de color.	Contenido en sólidos solubles y acidez titulable en Pera y Kiwi.
Caqui Fresa	Producción de etileno, ablandamiento, cambios de color. Sólidos solubles en fresas.	Podredumbres y respiración en ambos frutos. Sólidos solubles en caqui.
<b>Hortalizas</b>	<b>El 1-MCP reduce o retrasa:</b>	
Pimiento	Ablandamiento, cambios de color.	
Brócoli	Respiración, ataque fúngico pérdida de ácido ascórbico.	

o la lechuga, así como en algunas frutas no climatéricas, cuya maduración o senescencia no está influenciada por el etileno, sería la detención de la senescencia. Este proceso conllevaría la aparición de alteraciones en el producto como amarillamientos, etc. que inciden en una pérdida de valor del producto. Para las frutas climatéricas cuya maduración es etileno dependiente, el éxito de este compuesto se basaría en retrasar la maduración más que detenerla. En la Tabla 1 podemos observar diferentes efectos producidos por el 1-MCP en diferentes productos hortofrutícolas (más información en [www.hort.cornell.edu/department/faculty/watkins/ethylene](http://www.hort.cornell.edu/department/faculty/watkins/ethylene)).

Con respecto a la **calidad organoléptica** del fruto, en la mayoría de los productos estudiados, el efecto del 1-MCP está muy determinado por la variedad sobre la que se aplica. El 1-MCP es capaz de disminuir o retrasar la producción de etileno y CO<sub>2</sub> en la mayoría de los frutos climatéricos estudiados, así como de mantener mayores niveles de firmeza a la largo de la conservación post-recolección. Este hecho va a incidir directamente sobre la resistencia a los daños mecánicos que el fruto sufre durante la manipulación y almacenamiento del fruto y sobre la aceptación del consumidor. Por otro lado, de forma general ha mostrado ser efectivo en retrasar e incluso detener los cambios de color en la mayor parte de frutos climatéricos y no climatéricos (Watkins, 2008).

**Tabla 2:**

**Efecto del 1-MCP sobre la calidad nutritiva y los compuestos bioactivos.**

↑: Aumenta ↓: Disminuye ↔: No afecta

Producto	Efecto del 1-MCP sobre la calidad nutritiva
Manzana	↑ Actividad antioxidante total hidrosoluble y el contenido en compuestos fenólicos en la piel, flavonoides y ácido clorogénico. (cv. Empire). ↑ Actividad antioxidante total hidrosoluble. ↔ Contenido en flavonoides y antocianinas (cv. Red Delicious). ↑ Contenido de vitamina C (cv. Golden Smoothie).
Melocotón	↑ Contenido en vitamina C (cv. Jiubao).
Piña	↑ Contenido en vitamina C (cv. Queen).
Fresa	↓ Contenido en polifenoles totales y antocianinas (cv. Everest).
Albaricoque	↑ Actividad antioxidante total hidrosoluble y carotenoides totales (cv. Búlida).
Pera	↓ Contenido en vitamina C (cv. Blanquilla).
Cereza	↔ Nivel de antocianinas y ácidos hidroxycinámicos (cv. Bing, cv. Rainier y cv. Lambert Compact).
Mango	↑ Contenido en vitamina C (cv. Zihua).
Membrillo	↑ Contenido en vitamina C (cv. Ekmek).
Tomate	↓ Contenido en licopeno, actividad antioxidante total hidrosoluble. ↑ Actividad antioxidante total liposoluble (cv. Raf y cv. De la Pera). ↑ Contenido de vitamina C (variedad sin mencionar). ↓ Contenido en licopeno (cv. Rapsodie).
Tomate Cherry	↑ Contenido en licopeno, y contenido en carotenoides totales (cv. Cerasiforme).
Lechuga	↑ Contenido en vitamina C (cv. Baby Butterhead).

Sin embargo el efecto sobre los sólidos solubles y la acidez varía mucho según el producto estudiado, si bien afecta directamente sobre el índice de madurez de los mismos, retrasando la maduración del

producto. El aroma de los productos hortofrutícolas puede estar afectado significativamente por el tratamiento con 1-MCP, pudiendo impactar sobre la aceptabilidad general del consumidor. Se ha observado

**Tabla 3:**

**Efecto del 1-MCP sobre desórdenes fisiológicos durante el almacenamiento.**

Efecto del 1-MCP sobre desórdenes fisiológicos		
Fruto	Disminuye	Aumenta
Manzana	Escaldado superficial, escaldado húmedo, corazón pardo, y pardeamiento interno.	Podredumbre amarga y contaminación fúngica en algunas variedades.
Albaricoque (cv. Canino)	Pardeamiento interno si el 1-MCP se aplica tras la conservación frigorífica.	Pardeamiento interno durante la conservación frigorífica.
Aguacate (cv. Haas)	Daños por frío.	Ataque fúngico y podredumbres.
Plátano (cv. Cavendish)	Expresión genes de defensa.	Daños por frío y podredumbres.
Mango (cv. Zihua)		Ataque fúngico.
Melón (cv. Solar King)	Daños por frío y salida de electrolitos.	
Nectarina		Pulpa harinosa, y con coloración rojiza.
Pera	Escaldadura superficial y daños por frío.	
Ciruela	Pardeamiento de la pulpa.	Coloración rojiza de la pulpa de algunas variedades.
Naranja	Ataque fúngico.	Daños por frío y podredumbres.
Piña	Daños por frío, amarilleamiento de la piel.	
Fresa	Incidencia microbiana.	Incidencia microbiana aplicando altas concentraciones de 1-MCP.
Lechuga	Coloración rosada.	

un retraso en la formación de distintos compuestos volátiles relacionados con el aroma particular del fruto similar al que ejerce el almacenamiento en atmósfera controlada. Este hecho podría ser crítico para aquellos productos y variedades donde el aroma es una característica esperada por el consumidor. Asimismo, el retraso en la formación de compuestos volátiles observado da lugar a que se alcancen los aromas correspondientes a fruta fresca cuando los frutos sin tratar ya han perdido estos aromas, los cuales han sido sustituidos por aromas correspondientes a frutos sobremaduros (Rizzolo, et al., 2009). El aroma a producto sobremaduro, desarrollaría un impacto negativo en la aceptación por parte del consumidor, siendo la inhibición de estos aromas deseable o cuando menos constituiría un parámetro menos importante que los niveles de



textura o el índice de madurez (Watkins, 2006).

Por otro lado, se han observado diferentes efectos del 1-MCP sobre la **calidad nutritiva** de los productos hortofrutícolas, si bien se sabe poco sobre el efecto del tratamiento con 1-MCP sobre este aspecto y los compuestos bioactivos de los productos hortofrutícolas. Los compuestos bioactivos, responden de forma diferente al tratamiento con 1-MCP según el producto implicado. Está bien documentado el hecho de que la mayor parte de los compuestos con propiedades antioxidantes se encuentran en la piel de los frutos. El 1-MCP fue capaz de mantener mayores propiedades antioxidantes

en la piel de manzanas así como de distintos compuestos bioactivos (Macleán et al., 2003; 2006), manifestando la posible acción de este compuesto sobre la calidad nutritiva de los productos. Otro compuesto que se ve afectado por el tratamiento con 1-MCP es el ácido ascórbico o vitamina C. En la mayoría de frutos estudiados tales como melocotón, piña o mango, el 1-MCP es capaz de mantener o mejorar los niveles de ácido ascórbico (Tabla 2), de igual modo que en tomate y lechuga, aunque encontramos el efecto contrario cuando se aplicó el tratamiento en pera (Larrigaudiere, et al., 2004). Parece estar muy relacionado el estado de madurez en el que se aplica el 1-MCP con el conte-

**El efecto general del 1-MCP en los productos hortofrutícolas es el de detener o retrasar la maduración de éstos**

nido en compuestos bioactivos que se alcanza conforme avanza la madurez del fruto, de modo que si un fruto se trata en un estado inmaduro, al retrasar o impedir la madurez, tampoco se van a desarrollar los pigmentos y compuestos responsables de las propiedades antioxidantes. Este sería el caso del tomate en el cual el retraso en la síntesis de carotenoides producida por el 1-MCP, revierte directamente en los compuestos bioactivos y por tanto en las propiedades derivadas de ellos (Watkins, 2008).

Otro aspecto importante, ha sido establecer el efecto que tiene el 1-MCP sobre distintas **alteraciones** que sufren los productos durante el almacenamiento. La diversidad que tienen los distintos desórdenes fisiológicos en los productos hortofrutícolas es amplia, y abarca desde alteraciones asociadas a la senescencia hasta las que están relacionadas con respuestas específicas al estrés (Tabla 3). Este estrés puede ser producido por bajas temperaturas de conservación o la exposición del producto a diferentes atmósferas de almacenamiento. Además, muchas de estas al-

teraciones constituyen la vía de desarrollo de la contaminación microbiana. Por tanto no es de extrañar que el 1-MCP produzca distintos efectos en la expresión de estos desórdenes dada su acción tanto sobre la

**El 1-MCP es capaz de disminuir o retrasar la producción de etileno y CO<sub>2</sub> en la mayoría de los frutos climatéricos estudiados, así como de mantener mayores niveles de firmeza a la largo de la conservación post-recolección**

maduración como sobre la senescencia del producto.

El 1-MCP, sin lugar a dudas, muestra un efecto beneficioso sobre aquellas alteraciones en las cuales el etileno es el factor desencadenante del desorden fisiológico, o cuando la alteración es provocada por la maduración o senescencia del producto. Sin embargo, de igual forma, el 1-MCP puede incrementar la incidencia del daño, cuando la susceptibilidad a este se acentúa por la inhibición o retraso de la maduración.

Una parte de los daños por frío que sufren los productos hortofrutícolas parecen estar asociados con la producción de etileno y por tanto estos daños se inhibirían por la acción del 1-MCP. Este sería el caso del escaldado superficial en manzanas y peras, o el pardeamiento interno que sufre el aguacate (Watkins, 2007). Sin embargo el pardeamiento interno, y el desarrollo de coloraciones rojizas en la pulpa de albaricoques, melocotones o algunas variedad de ciruela entre otros, aumentaron de forma significativa durante el almacenamiento en frío si fueron trata-

**EL FUTURO HA LLEGADO**

CLASIFICACIÓN RÁPIDA, EFICIENTE Y CUIDADOSA DE FRUTAS DELICADAS

GREEFA ORGULLOSAMENTE PRESENTA **GEOSORTIII**

CON:

- \* ALTA CAPACIDAD
- \* ILUMINACIÓN LED
- \* IQSIII - CALIDAD EXTERNA
- \* MANTO GREEFA

**GREEFA**  
WWW.GREEFA.COM



**El 1-MCP puede reducir la senescencia, la abscisión, la apertura de la flor en el tiempo, y amplía la vida comercial de la planta.**

**Efecto de la dosis y del tiempo de exposición del 1-MCP sobre tomates 'Raf' tras 7 días de conservación a 10°C más 4 días de almacenamiento posterior a 20°C**

dos con 1-MCP. De este modo, aunque la base fisiológica por la cual se incrementa la sensibilidad al daño por frío no es conocida, sí se ha demostrado que una cierta cantidad de etileno sería necesaria para aliviar la incidencia de estos daños asociados a la inmadurez del producto (Jiang et al., 2001; Marcos et al., 2005).

Las atmósferas enriquecidas en CO<sub>2</sub> y utilizadas en la conservación de distintos frutos son capaces de producir escal-



dados superficiales. La incidencia a sufrir este desorden fisiológico se incrementa cuando los frutos han sido tratados con 1-MCP, pues este tratamiento retrasaría la adaptación a las nuevas condiciones de almacenamiento y con ello aumentaría la susceptibilidad a sufrir el daño superficial durante el tiempo de conservación. Además, la incidencia microbiana puede encontrarse afectada por la aplicación del 1-MCP. Son muchos los casos, donde el tratamiento con 1-MCP disminuye la incidencia microbiana pues provoca unos mayores niveles de firmeza así como de la integridad de la piel, favoreciendo la resistencia a sufrir daños mecánicos. Sin embargo también puede provocar un aumento de la incidencia microbiana, ya que el 1-MCP disminuye la expresión de muchos genes de defensa del producto al estar estos regulados por él. Éste sería el caso de productos como la fresa y el aguacate, los cuales sufren una mayor incidencia de contaminación microbiana cuando estos frutos se trataron con 1-MCP (Jiang et al., 2001; Adkins et al., 2005). Sin embargo otras alteraciones causadas por la producción de etileno como son la coloración rosada en la costilla de las lechugas o el aumento del amargor en las zanahorias son minimizadas por el tratamiento con 1-MCP antes del posterior almacenamiento (Watkins, 2007).

A continuación sería importante destacar los distintos **factores que pueden influenciar en los efectos del 1-MCP**. Entre estas variables destacan la temperatura, la dosis y duración del tratamiento, el estado de maduración del fruto, la forma de recolección y el tiempo transcurrido entre la recolección y el tratamiento. Cada una de estas variables es independiente del producto, variedad, etc., no existe un estándar de aplicación. Estas variables se comentan a continuación.

Así, la aplicación del 1-MCP en brócoli producía mejores resultados a 20°C que a 5°C, pero se daba efecto inhibitor de etileno exógeno en ambos casos. Sin embargo, en diferentes variedades de ciruelas el tratamiento a 1°C fue altamente eficaz en inhibir el etileno y retrasar los cambios relacionados con la maduración (Valero et al., 2003; Martínez-Romero et al., 2003). Por otro lado, las concentraciones efectivas varían, dependiendo del producto vegetal, según el tiempo de aplicación, la temperatura y del estado de maduración. En el caso del tomate se comprobó que la dosis de 0,5µl l-1 durante 24 horas era la mejor para retrasar la maduración (Guillén et al., 2007). El estado de desarrollo del fruto es necesario tenerlo en cuenta ya que tiene una gran influencia en el efecto del 1-MCP. La fruta tratada en un estado inmaduro no suele llegar a madurar de la misma manera que si se hubiera tratado en un estado de madurez más avanzado. De hecho, se pueden conseguir productos de mayor calidad para el consumidor si estos han sido tratados cuando hayan alcanzado todo su sabor y aroma (Guillen et al., 2006).

La importancia del tiempo transcurrido desde la recolección hasta el tratamiento con 1-MCP varía según el cultivo. Generalmente, el tiempo transcurrido desde la recolección, debe de ser el mínimo para conseguir la máxima efectividad. Asimismo, unas buenas prácticas de manipulación de los frutos en la recolección podrían ser claves para el éxito del tratamiento con 1-MCP (Watkins, 2006).

La aplicación múltiple de 1-MCP podría ser aconsejable. En el caso del tomate se ha indicado que la aplicación múltiple resulta más efectiva que la aplicación simple (Mir et al., 2001). Sin embargo, aplicaciones múltiples de 1-MCP a brócoli no surtieron más efecto que una

**Son muchos los casos, donde el tratamiento con 1-MCP disminuye la incidencia microbiana pues provoca unos mayores niveles de firmeza así como de la integridad de la piel, favoreciendo la resistencia a sufrir daños mecánicos**

sola aplicación (Able et al., 2002). A su vez, se aconseja que la duración del tratamiento sea entre 12 y 24 horas, lo cual sería suficiente para generar una respuesta de inhibición completa. Además, se ha observado una relación inversamente proporcional, entre la duración del tratamiento y la dosis necesaria para conseguir el efecto (Ku y Wills, 1999; Jiang et al., 1999).

### El 1-MCP en plantas ornamentales

Las flores, al igual que los productos hortofrutícolas también están clasificados en climatéricas o no climatéricas dependiendo de si su senescencia está o no relacionada con la producción de etileno. Los primeros estudios del 1-MCP se realizaron sobre flores donde se cosecharon los primeros éxitos de este tratamiento. Los principales efectos que exhibe este compuesto se basan en el retraso de los procesos de deshidratación y abscisión que sufren las distintas partes de la plan-

El 1-MCP muestra un efecto beneficioso sobre aquellas alteraciones en las cuales el etileno es el factor desencadenante del desorden fisiológico, o cuando la alteración es provocada por la maduración o senescencia del producto

ta conforme avanza su senescencia. Aunque el efecto del 1-MCP no ha resultado exitoso en todas las especies, es capaz de retrasar la caída de corolas, pétalos e inflorescencias, así como de alargar la vida de una amplia mayoría de flores cortadas. Aunque una de las flores sobre las que la mayor cantidad de estudios se han realizado son los claveles, el 1-MCP ha resultado ser efectivo en una amplia variedad de flor cortada que van desde el clavele a la orquídea pasando por rosas, lirios. También ha demostrado su efecto positivo en alargar la vida de flores cultivadas en maceta, como la begonia, el geranio o el calanchoe (Blankenship y Dole, 2003).



## RENTABILIDAD BAJO CONTROL



**ACTIVA**  
Fertiriego  
Programador

**MERIDIAN**  
Fertiriego  
Controlador

**SUPRA**  
Fertiriego  
Hidrocomputador

**NUTRICOMPACT**  
Fertiriego  
Inyección de Abonos

**Gestión Integrada del Riego,  
Fertirrigación, Clima y Comunicaciones**

Fertiriego Consorcio S.L.  
C/ El Carmen, 71, Bajo • 03550 San Juan (Alicante) SPAIN  
Tel. +34 965 94 35 00 • Fax +34 965 65 77 70  
e-mail: fertiriego@fertiriego.es / export@fertiriego.es

[www.fertiriego.es](http://www.fertiriego.es)



**Fotos de comercialización. En un caso "los graneles" de hortalizas sin empaquetar. El expositor de frutas envasadas está en frigorífico.**

No existe demasiada información sobre el efecto que tiene el 1-MCP sobre las alteraciones que sufren las flores durante el almacenamiento como por ejemplo los daños por frío. En distintas especies, el frío es capaz de producir la abscisión de hojas en las plantas. Este daño es ampliamente reducido por el 1-MCP. Ya que en distintas especies el etileno es capaz de amarillear las hojas o de producir clorosis, el tratamiento con 1-MCP ha mostrado su efectividad en la inhibición de estos desórdenes fisiológicos. Además, el 1-MCP es capaz de detener o retrasar pardeamientos producidos tanto en las flores como en los tallos de las plantas (Watkins, 2007). Asimismo, parece ser que más que inhibir la formación de aromas en las flores, lo que ocurre es que el 1-MCP retrasa la

formación de diferentes compuestos volátiles a la vez que retrasa el envejecimiento (Sexton, et al., 2005).

Existen diferentes factores que afectan al tratamiento con 1-MCP sobre plantas ornamentales. En muchos casos las plantas una vez tratadas, no necesitan a priori más aplicaciones, sin embargo un re-tratamiento no sería en ningún caso perjudicial sino todo lo contrario. Algunas plantas incluso podrían ser tratadas de forma continua al contar con flores en distintos estados de desarrollo las cuales van generando nuevos receptores diana del etileno, donde se uniría el 1-MCP y por tanto se bloquearía de nuevo la acción del etileno. En las flores, una pequeña cantidad de 1-MCP sería suficiente para inhibir la acción del etileno, si bien la temperatura a la cual se realiza el tratamiento es determinante. Si la temperatura de tratamiento fuera mayor de 13°C las necesidades de 1-MCP serían mayores para conseguir el mismo efecto aunque su almacenamiento posterior en frío si obtendría un resultado más positivo (Serek et al., 2006; Reid y Çelikel, 2008).

### Perspectivas comerciales del 1-MCP

La disponibilidad de información sobre las aplicaciones comerciales del 1-MCP es limitada y por tanto el potencial del 1-MCP en muchos casos es especulativo. A nivel mundial, los productos que parecen tener las mejores perspectivas son manzana, aguacate, melón, caqui, ciruela y tomate. En España, la aplicación y uso de 1-MCP está realizándose sobre tomate, caqui, ciruela, manzana y se encuentra en fase de registro para pera. Por otro lado, se prevé que el tratamiento con 1-MCP en pre-cosecha directamente en el árbol con "Harvista™" sería una realidad para el año 2015.

Con respecto a las plantas ornamentales, muchos países se están beneficiando de las ventajas del tratamiento con 1-MCP, sin embargo, el uso de esta tecnología no parece ser tan general como tal vez se cabía esperar en la industria floral. Este hecho podría ser debido a la naturaleza del principio activo, en forma de gas, que en la práctica podría generar alguna dificultad (Reid y Çelikel, 2008).

Por otro lado, la aplicación comercial de esta tecnología está muy relacionada con el costo de la aplicación en función de los beneficios del producto. De hecho, la relación costo/beneficio está afectada por muchos factores que engloban desde el efecto sobre el producto, hasta el impacto sobre la percepción por parte del consumidor. Por otro lado, la facilidad de incorporación del tratamiento en fases tales como la manipulación, almacenamiento y comercialización también resultaría importante para el éxito del este tratamiento. Del mismo modo, los productos tratados con 1-MCP pueden mostrar una competitividad clave, para acceder a mercados donde otras tecnologías no lo permitirían.

#### Para saber más...

Puede encontrar la bibliografía y las referencias de este artículo en [www.horticom.com?73117](http://www.horticom.com?73117)



**Los tempranos  
que Más y Mejor  
Producen**

**Bigres Bily  
Biray Bilbo**



[www.pepperstoday.com](http://www.pepperstoday.com)



**Passion for innovation**

Syngenta Seeds S.A.  
Hortícolas  
Zurgena, 4  
04738 Puebla de Vicar  
Almería, España  
Tel. +34 950 339 001  
Fax +34 950 554 140



**Miguel Matarredona Santonja**

*mmatarredona@multiscan.eu*

**Juan Carlos Miró Iniesta**

*jmiro@multiscan.eu*

*Dep. comercial de Multiscan Technologies*

*www.multiscan.eu*



## La aplicación de la visión artificial, rayos X para la inspección en la industria alimentaria

Llamamos maquinaria de visión artificial a aquellas herramientas utilizan distintas porciones del espectro que incluyen el infrarrojo, el visible, el ultravioleta o los rayos X.

Tradicionalmente, la inspección de los productos agrícolas con fines de control de calidad o de seguridad alimentaria, se realizaron de forma manual y poco a poco se fueron mecanizando. En la actualidad, la moderna maquinaria de visión artificial se encarga de estas tareas con mucha mayor precisión y capacidad productiva, resultando imprescindibles en el procesado de productos tras la cosecha, en sus distintas fases de tratamiento y preparación, y en el envasado y empaquetado final.

### Objetivo de la inspección

Básicamente la inspección de los productos tiene como objetivo, por una parte la garantía de la seguridad alimentaria y por otra la mejora de la calidad en los mismos. Para conseguir el primer objetivo, se trata de separar cualquier objeto o elemento extraño que pueda suponer un riesgo para la salud. Para el segundo propósito se tratará de clasificar el producto para obtener una selección que nos de la posibilidad de ofrecer artículos de la mejor calidad.

### Tecnologías que se aplican

Llamamos maquinaria de visión artificial a aquellas herramientas que a través de la toma de imágenes y el análisis de las mismas son capaces de discernir en los productos analizados cualquier característica de calidad predefinida que nos per-

mita su clasificación. Para ello se utilizan distintas porciones del espectro que incluyen el infrarrojo, el visible, el ultravioleta o los rayos X que solos o en combinación son capaces de captar las características de los productos analizados. Además, la maquinaria, una vez realizado el análisis, será capaz de separar en distintas categorías los elementos inspeccionados.

### Fases en que son de aplicación estas maquinarias

Existen aplicaciones para las distintas fases de proceso, desde la cosecha hasta la inspección final del producto empaquetado.

En una primera fase se aplican estas técnicas incluso en el mismo campo o a la recepción del producto en planta. Aquí se puede separar el producto correcto, de

los productos estropeados, excesivamente maduros, deformes, etc., y se pueden detectar elementos extraños como piedras, u otros contaminantes externos.

En una fase posterior, se utiliza la maquinaria de visión artificial para clasificar por color, calibre, forma o cantidad de defectos en producto sin procesar.

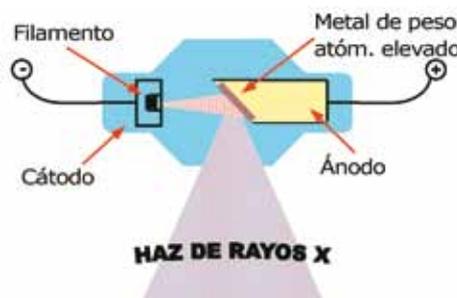
Más adelante, una vez procesado un fruto o una verdura, se dispone de maquinaria que procede a su inspección para comprobar si el resultado es adecuado. Por ejemplo, para comprobar el correcto deshuesado, pelado, cortado, etc.

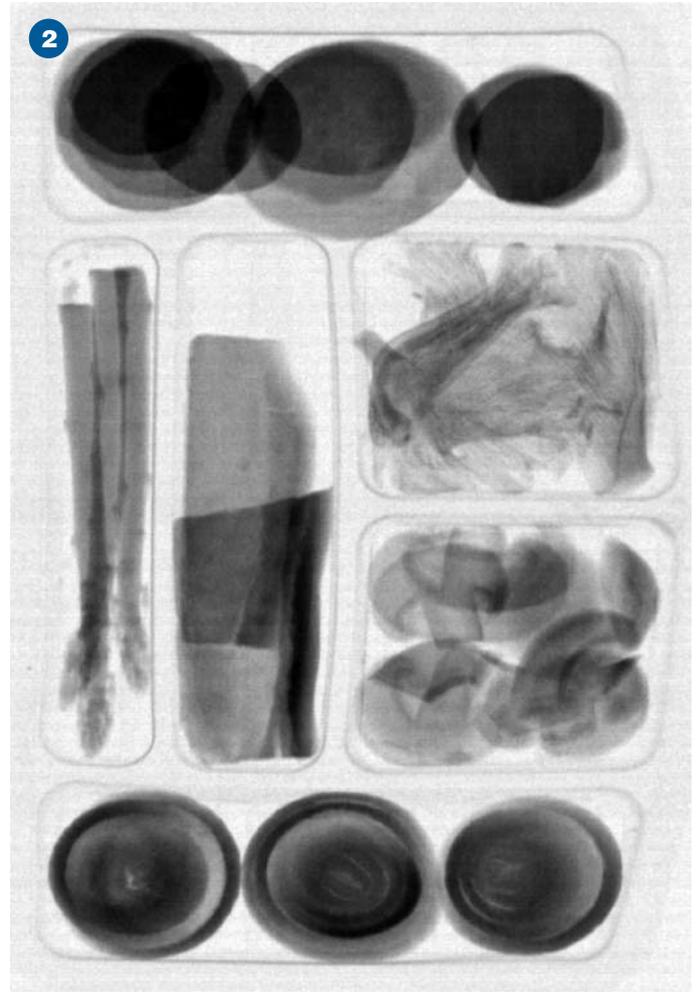
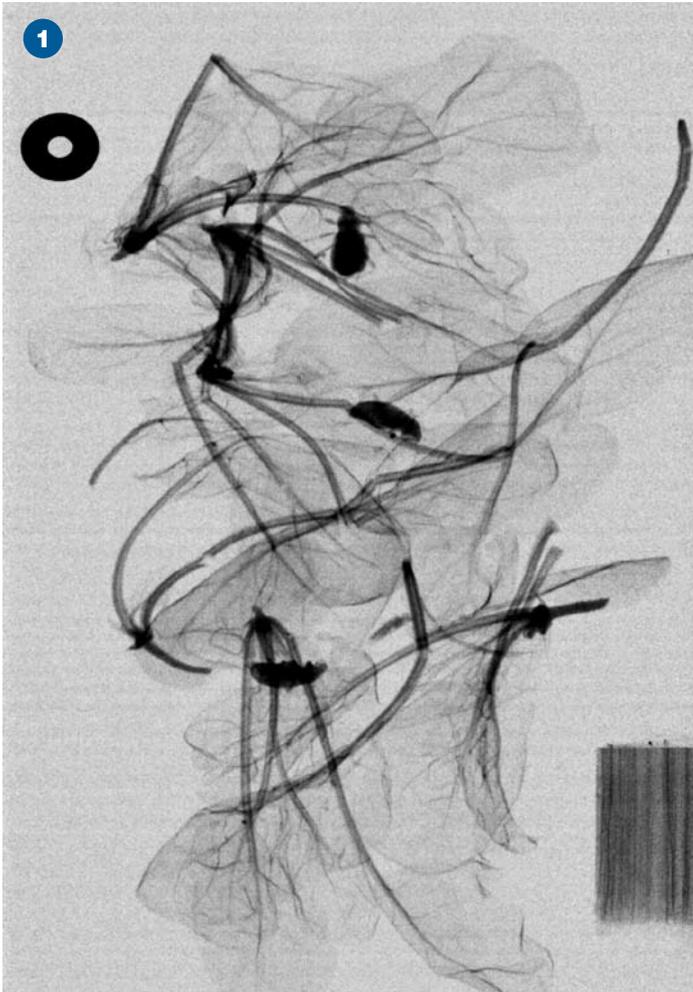
Ya al final de las líneas se realizan las inspecciones a los productos envasados o empaquetados. En estos casos se dispone de maquinaria que puede comprobar desde el correcto etiquetado o la adecuación de los sistemas de cierre hasta comprobar en el interior de los envases cantidades, pesos, niveles y, lo que es más importante, presencia de elementos contaminantes.

### La tecnología de "Rayos X" para la inspección en la industria alimentaria

La tecnología de rayos X se muestra como una novedosa tecnología de visión artificial que por sus características complementa las inspecciones realizadas en otras porciones del espectro, al permitir la inspección en el interior de los productos y de los envases.

**Figura 1:**  
Generación de haz de rayos.





Los rayos X constituyen la radiación electromagnética correspondiente a una región del espectro por encima de la banda de ultravioleta, capaces de atravesar espesores considerables de materia opaca a la luz.

El principio de funcionamiento de las máquinas de inspección de rayos X es similar al de otras máquinas de visión artificial. En éstas, la fuente es un generador de rayos X que emite el haz que ha de atravesar el producto a analizar. Este producto es conducido a través de una cinta, y al otro lado del producto se coloca una cámara o sensor, que detecta los rayos que han podido atravesarlo. Finalmente estos datos son enviados hasta un ordenador, que los analiza, dando las órdenes oportunas para su clasificación.

Este tipo de maquinaria presenta una serie de atributos:

- Asegura la calidad del producto.
- Es una técnica segura, precisa y rápida.

- Su alta capacidad de penetración permite la inspección interna del producto y la inspección en el interior de embalajes.

- Es una técnica versátil que realiza la evaluación de distintos parámetros de calidad en la misma inspección.

**El principio de funcionamiento de las máquinas de inspección de rayos X es similar al de otras máquinas de visión artificial**

- 1.- Bichos y arandela en hojas de ensalada.
- 2.- Inspección de producto combinado.

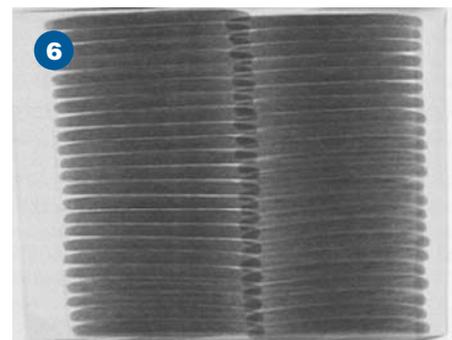
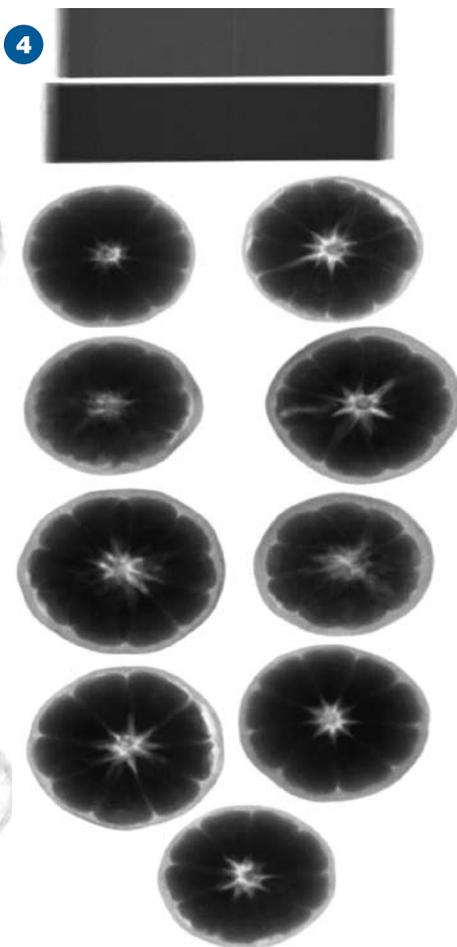
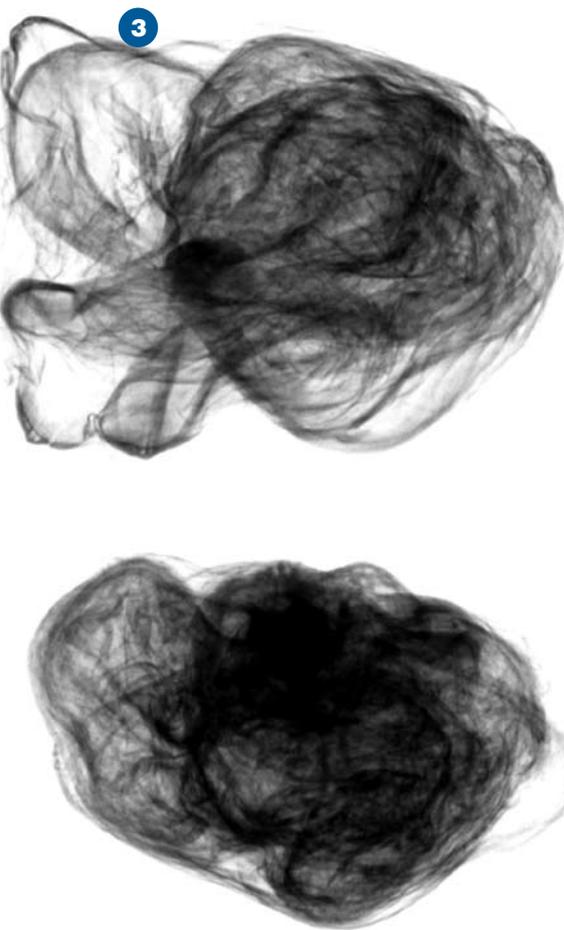
- Son capaces de determinar el peso del producto inspeccionado y las proporciones de los componentes de un producto complejo.

- Tienen un alto potencial de desarrollo de nuevas aplicaciones.

**Lo que se puede determinar con maquinaria de rayos X en líneas de procesado**

En el control de calidad y seguridad alimentaria las aplicaciones de este tipo de maquinaria son múltiples.

En seguridad alimentaria, es importante la detección de cuerpos extraños en producto envasado. Es posible detectar metales, metales no férricos, acero inoxidable, vidrio, piedras, huesos calcificados, PVC, teflón y materiales cerámicos. en envase metálico, en envase de vidrio, en bolsas, bandejas, etc.



También, la detección de cuerpos extraños en producto a granel.

Para control de calidad, también se usan para distintos análisis, como por ejemplo:

- Ausencia de producto
- Defectos de empaquetado
- Producto deformado
- Producto con daños producidos por insectos
- Aglomerados
- Fallos de cantidad en empaquetados
- Mezcla incorrecta
- Colocación incorrecta de producto
- Nivel de llenado
- Producto roto
- Pesaje de producto envasado

### Seguridad del producto

Las dosis de radiación empleadas en la inspección mediante sistemas de rayos-x es muy baja, no afectando al producto inspeccionado, ni habiendo requerimientos legales que impidan su uso.

### Seguridad en las máquinas de inspección de Rayos X

El diseño de las máquinas dedicadas a este proceso, debe cumplir una rigurosa normativa de obligado cumplimiento y estar certificado por un organismo oficial tras someter a las máquinas a estrictas pruebas y ensayos.

Se utiliza la maquinaria de visión artificial para clasificar por color, calibre, forma o cantidad de defectos en producto sin procesar

3.- Una lechuga Iceberg buena y otra hueca.

4.- Inspección de cítricos.

5.- Inspección de endivias-lechugas huecas.

6.- Inspección de conjunto de unidades en caja.

Una vez certificadas, no se requieren precauciones ni revisiones médicas especiales para las personas que trabajan con este tipo de aparatos.

### Conclusiones

Las tecnologías de visión artificial aplicadas a la maquinaria de inspección en los procesos de poscosecha y empaquetado presentan múltiples ventajas frente a los sistemas tradicionales por su capacidad de procesado, precisión y versatilidad.

En el caso de la maquinaria que aplica la tecnología de rayos X nos encontramos ante una potente herramienta de inspección de producto tanto envasado,

7



Existen aplicaciones para las distintas fases de proceso, desde la cosecha hasta la inspección final del producto empaquetado

como a granel, por sus múltiples aplicaciones y por su capacidad de obtener cantidad de parámetros con una sola toma.

Esta tecnología se está instaurando con gran rapidez en gran número de empresas del sector alimentario gracias a las ventajas que presenta ante otras máquinas como detectores de metal, pesadoras, etc, al ser capaces de suplirlas, añadiendo otra serie de aplicaciones.

También es cierto que las empresas están encontrando una respuesta a la presión que soportan de las grandes superficies por reclamaciones en sus servicios de atención al cliente, que trasladan directamente al proveedor.

Es de destacar que se dispone en el mercado de una amplia gama de maquinaria de inspección por visión artificial, que incluye la aplicación de tecnología de rayos X, con diseño y fabricación española.

7.- Malformación en envase de cristal



## La base de un buen envase es ofrecer soluciones en todos los campos

LIDER EN LA PRIMERA POTENCIA DE LA TIERRA

- Ponienteplast desarrolla cada día nuevas soluciones para la agricultura avanzada.
- Envases que acompañan a las hortalizas desde el mismo momento en que se siembra la semilla.
- Bandejas para semilleros que hacen más rentable el trabajo de sus profesionales.
- Cajas de campo que hacen más sencillo el trabajo del agricultor.
- Envases específicos para una presentación más atractiva del producto al consumidor final.

Tener raíces en un campo líder da muy buenos frutos



Pol. Ind. San Nicolás  
C/ 29 de Junio, nº 13  
04745 La Mojonera (Almería)  
Tel.: 950 60 33 25  
Fax: 950 55 83 33  
general@ponienteplast.es  
www.ponienteplast.es



# La calidad gustativa de la fruta que se vende en el supermercado y cómo es posible cambiarla



Guglielmo  
**Costa**

*gcosta@agrsci.unibo.it*  
Traducción,  
Alicia Namesny

La pronta recolección de las frutas conlleva a pérdida de características organolépticas. Para ello se ha patentado un aparato capaz de medir y controlar los cambios en la maduración del melocotón.

**E**n los últimos años, los consumidores están perdiendo la costumbre de consumir melocotón porque los frutos que compran en el punto de venta de la distribución no responden a sus expectativas, siendo característicos la falta de aroma y dureza de la pulpa. El consumidor no está en condición de evaluar cuál es el momento mejor para consumir la fruta ni por cuánto tiempo puede conservarla.

Seguramente uno de los motivos que motiva esta situación es un error en el momento en que se realiza la recolección. En efecto, si bien se sabe que el nivel de maduración que ha alcanzado la fruta en el momento de la cosecha condiciona la calidad en el momento del consumo y la vida poscosecha, los frutos se recolectan precozmente para que la pulpa esté dura, como forma de limitar los daños durante las operaciones de acondicionamiento en almacén. Actuando así no se permite que la fruta inicie la



La determinación de la calidad basada en el sabor, precisa de técnicas de medición eficaces. El consumo de melocotón está afectado de falta de confianza por los consumidores.

maduración en la planta y se corre el riesgo de impedir que alcance sus características organolépticas óptimas.

Como sabemos, los aromas de los melocotones se generan en una fase avanzada de la maduración en la planta; adelantar el momento de la recolección significa comprometer la calidad final del fruto y desanimar al consumidor.

La mejora genética, en los últimos años, ha dado pasos de gigante, aumentando notablemente el panorama varietal del melocotón, alargando considerablemente el calendario de recolección, pero introduciendo también variedades diferentes, todas con la misma coloración roja, de bonito aspecto, pero extremadamente difíciles de recolectar. En efecto, el color es seguramente el primer criterio que guía ya sea al agricultor o al consumidor en relación a los atributos cualitativos intrínsecos. Para definir con más precisión la recolección debemos recurrir a parámetros como la consistencia de la pulpa, el contenido en sólidos solubles y la producción de etileno. Pero, tratándose de parámetros destructivos o de difícil medición, pueden ser evaluados sólo en un número limitado de frutos, no representativos de la variabilidad existente en una planta o en una partida comercial.

Para mejorar esta situación hace falta trabajar sobre toda la cadena de distribución, desde el campo al productor. Recientemente se han introducido en el mercado diversos instrumentos que, sin destruir los frutos examinados, permiten agruparlos en clases de maduración homogénea.

Los equipos comerciales basados en NIR, Near InfraRed spectroscopy, espectroscopía del infrarojo cercano, presentes desde hace algunos años en el mercado, no han encontrado una acogida plena debido a varios factores entre los que están la dificultad de llevarlos al campo; son costosos, especialmente los fijos; y requieren una calibración trabajosa. Recientemente, el Departamento de Cultivos Arbóreos de la Universidad de Bologna, ha patentado y puesto a punto el DA-Meter, un instrumento portátil, de costo mesurado y que prácticamente no requiere de las complejas operaciones de calibrado de otros equipos. El DA-Meter mide un índice ( $I_{DA}$  = diferencia en la absorbancia) que permite detectar los cambios fisiológicos que ocurren durante la maduración del melocotón. El DA-Meter puede usarse en pleno campo, sobre frutos todavía en la planta, para determinar el momento óptimo de recolección; en almacén, para establecer la mejor estrategia de conservación y de gestión de la fruta; y en el punto de venta de la distribución, para evaluar cuál será la dura-

**Tabla 1:**

**Porcentaje de consumidores que han expresado un juicio positivo del producto.**

	Rich Lady	Big Top	Stark Red Gold
Clase 1	35%	23%	21%
Clase 2	68%	40%	94%
Clase 3	70%	53%	44%



El índice DA agrupa los frutos en tres clases de maduración, de menor (1) a mayor (los frutos más maduros son 3).



El profesor Costa con un DA-Metro, un instrumento portátil que permite medir un nuevo índice de maduración ( $I_{DA}$ ).

ción de la vida poscosecha y ofrecer a los consumidores partidas de frutos caracterizadas, con una maduración homogénea.

Hace varios años estamos evaluando las ventajas que ofrece el uso del DA-Meter a través de la cadena de producción, en colaboración con cooperativas, para establecer en campo el momento más oportuno para efectuar la recolección, y en colaboración con algunas cadenas de la gran distribución, para verificar la acogida que encuentran los frutos entre los consumidores.

Sin entrar a valorar los méritos de la prueba, el cuadro adjunto recoge los resultados obtenidos en pruebas de cata hechas por los consumidores.



# Transporte frigorífico de larga distancia

La frigoconservación desde el productor hasta la nevera del consumidor precisa de un transporte eficiente.



**Javier Rueda**

Maersk Spain

ibesalrefmng@maersk.com



## Circulación del aire

En los contenedores frigoríficos, el aire es impulsado dentro del espacio de carga desde la parte inferior de la maquinaria de refrigeración, a lo largo del suelo del contenedor, atraviesa las barras en forma de T sobre las que están colocados los palets, fluye verticalmente a través de la carga y finalmente retorna al evaporador por encima de la línea roja de máxima carga. En el caso de productos frescos refrigerados, al cubrir completamente el suelo del contenedor con carga, el aire frío es forzado a fluir a través de las cajas y de los productos a lo largo del contenedor.

## Planificación de la carga

El embalaje juega un papel importante en la protección de la carga. El material de embalaje debe ser capaz de soportar una altura de apilamiento de hasta 2.4 metros. Debe ser también capaz de resistir la humedad sin colapsarse y permitir un adecuado flujo vertical de aire a través de las cajas con el objeto de mantener la mercancía a la temperatura deseada. Debido a que el aire viene del suelo del contenedor, se puede producir una circulación óptima de aire si cada caja de cartón tiene agujeros simétricos en las superficies de arriba y de abajo. Se estima que los cartones deben tener orificios de ventilación en un 3% de su superficie inferior y superior para permitir una adecuada ventilación de la carga. (James F. Thompson et al., Marine Container Transport of Chilled Perishable Products, University of California, Publication 21595).

Además, el material de envoltura utilizado deberá estar lo suficientemente asegurado para evitar la obstrucción del

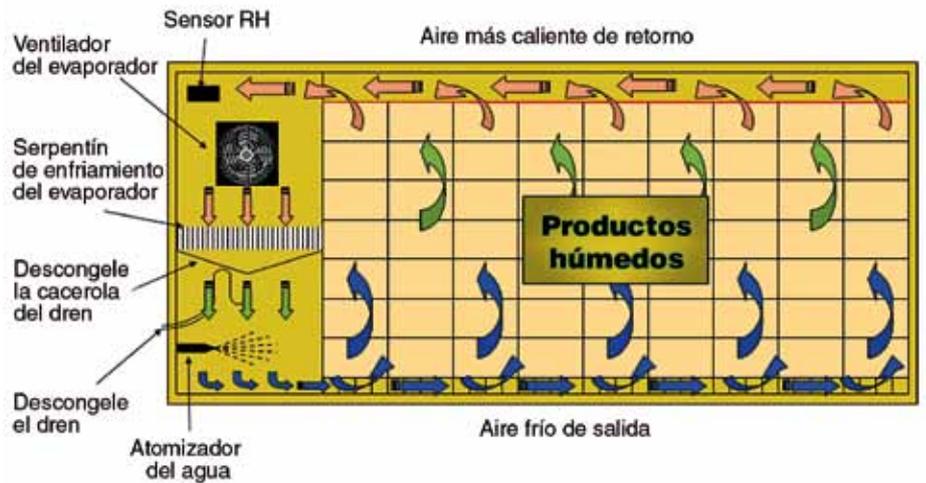


Camiones frigoríficos de Maersk perfeccionados para el transporte de alimentos en larga distancia. A la izquierda de estas líneas, importancia del diseño de los orificios en la ventilación vertical de la carga.



**Figura 1:**

**Flujos y reflujos del aire húmedo y frío en el interior de un contenedor.**



**Estiba**

La estiba deberá permitir un adecuado flujo de aire a través del material de embalaje y la carga en general. Si la mercancía no puede cubrir el suelo por completo, se deberá asegurar que los espacios vacíos queden cerrados con cartón grueso. El aire frío de entrada siempre sigue el camino de menor resistencia, por lo tanto causando un "circuito corto" de flujo de aire, lo que resulta en refrigeración insuficiente de la carga.

La mercancía no deberá, bajo ninguna circunstancia, ser estibada por encima la línea roja máxima de carga. Esto asegura una circulación adecuada del aire refrigerado. No se deben utilizar "cubre-palets" para mercancía fresca refrigerada.

El palet óptimo para los contenedores frigoríficos es el de 120 cms x 100 cms, debido a las dimensiones internas del contenedor. Utilizando estos palets, se cubre la totalidad del suelo del contenedor con 20 palets de 120 cms x 100 cms y un Europalet de 120 cms x 80 cms.

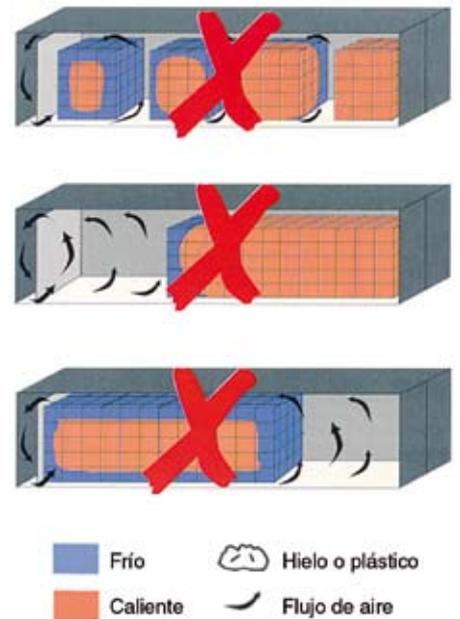
**Temperatura del producto**

Un correcto preenfriado de la carga tendrá un efecto positivo tanto en el tiempo de vida del producto como en la calidad final, comparado con los productos que no han sido preenfriados. Los productos deben ser preenfriados a la temperatura de transporte requerida antes de ser cargados en el contenedor. Los contenedores frigoríficos están construidos para mantener la temperatura de los productos, pero no para disminuirla.

evaporador. Si se va a utilizar Alta Humedad para el transporte, es recomendable utilizar cartón encerado u otro material que no pierda firmeza al ser sometido a ambientes de alta humedad.

**Figura 2:**

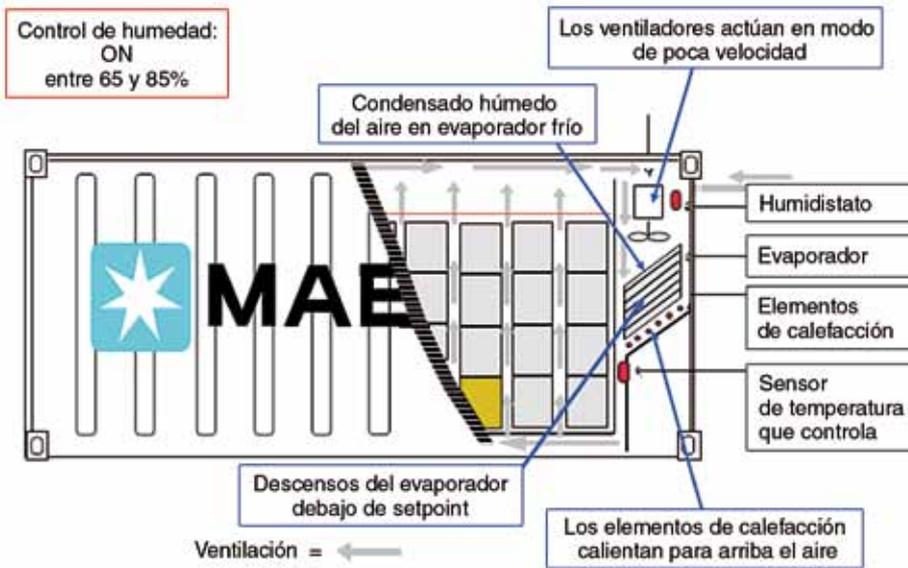
**Estiba incorrecta de palets en el contenedor.**



**No preenfriado del contenedor**

No es recomendable preenfriar el contenedor frigorífico. El motivo es que cuando se abren las puertas de un contenedor frigorífico pre-enfriado, aire caliente ambiental reemplazará al aire interior frío en la parte superior del contenedor, provocando una alta condensación en las superficies internas frías del contenedor. Como resultado, el agua condensada podría gotear del techo del contenedor, lo

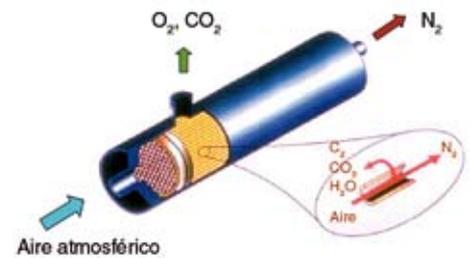
**Figura 3:**  
**Control de humedad - deshumidificación.**



que a su vez puede manchar la mercancía y debilitar estructuralmente las cajas. Además, el agua atravesará la rejilla del evaporador, formando hielo en éste, lo que

hará que la maquinaria de frío entre en un periodo corto de desescarche. Consecuentemente, habrá menos capacidad disponible para la refrigeración de la carga.

**Figura 4:**  
**Membrana de separación de aire.**



El preenfriado del contenedor se puede realizar solamente cuando el contenedor esté acoplado a un túnel de frío y las temperaturas de la cámara y el contenedor vayan a ser las mismas.

**Ventilación**

Los contenedores frigoríficos están equipados con ventilación interna de aire fresco. Esta ventilación interna es parte del proceso de enfriado para extraer del interior del espacio de carga del contene-

*El portal de la alimentación fresca*

**www.mercabarna.com**

Por tanto el calor generado por la mercancía como el etileno y otros gases. Para la mayoría de los productos hortofrutícolas, la ventilación más utilizada es 15 metros cúbicos por hora, pero dependiendo de los productos, se puede colocar entre 5 y 75 metros cúbicos por hora.

**Control de humedad**

Otra característica importante de los contenedores frigoríficos es la de poder controlar la humedad relativa del aire en su interior.

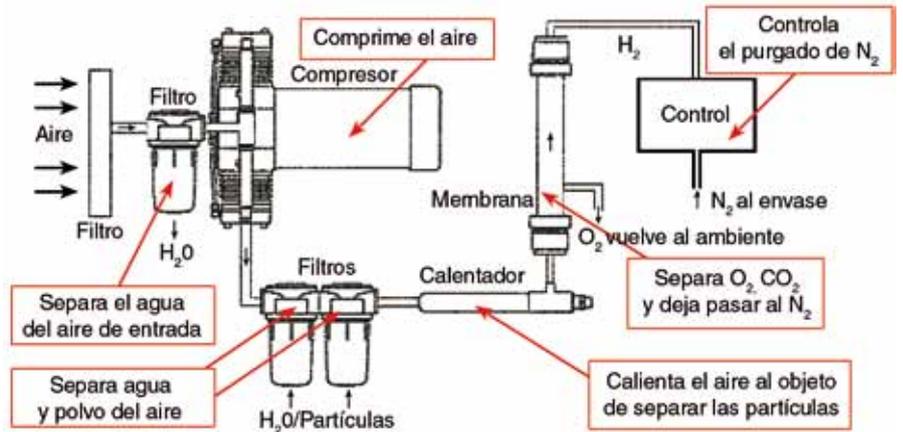
**Deshumidificación**

Disponen de un deshumidificador que opera en baja humedad entre 65% y 85% de humedad relativa para productos como ajos y cebollas, entre otros. Los últimos contenedores frigoríficos, incorporados a la flota en 2008, tienen capacidad de bajar la humedad relativa hasta 60%.

**Contenedores de Atmósfera Controlada (Starfresh)**

El control de la atmósfera es otra variable crucial al asegurar la calidad de

**Figura 5:**  
**Vista general del sistema.**



sus productos. Cuando productos frescos perecederos son transportados a mercados lejanos, éstos necesitan un ambiente de transporte meticulosamente controlado. El periodo de vida de los productos puede ser prolongado manteniéndolos a su temperatura óptima, combinada con la mezcla más efectiva de oxígeno, dióxido de car-

bono y nitrógeno. Transportando productos bajo Atmósfera Controlada el entorno aplicado retarda el proceso de maduración, extendiendo el tiempo de vida útil de los productos hortofrutícolas.

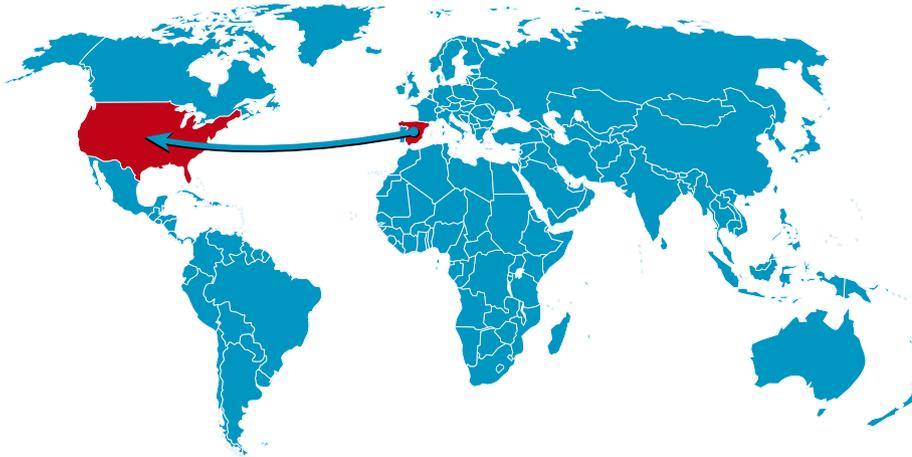
Los contenedores de Maersk Line Starfresh disponen de un sistema de atmósfera controlada totalmente integrado

**BESSELING GROUP**  
CONTROLLED ATMOSPHERE

Besseling Group B.V.  
De Compagnie 38  
1689 AG Zwaag  
Holanda  
Tel. +31 229 212154  
Fax +31 229 247708  
sales@besseling-group.com  
www.besseling-group.com

Besseling España S.L.  
Apartado de Correos, 34  
17867 Camprodón (GIRONA)  
España  
Tel. +34 972 130739  
Móvil +34 659 498836  
spain@besseling-group.com  
www.besseling-group.com

**Figura 6:**  
**Desde España a EE.UU.**



La duración del tratamiento de frío depende de la temperatura en pulpa de la fruta: (USDA PPQ Treatment Manual) T-107 Cold Treatment  
Para *Ceratitís capitata*  
14 días a + 1,11°C o temperatura inferior  
16 días a + 1,67°C o temperatura inferior  
18 días a + 2,22°C o temperatura inferior

en la maquinaria frigorífica del contenedor, que permite ofrecer un servicio de atmósfera controlada puerta/puerta, controlando en todo momento los niveles requeridos de oxígeno y de dióxido de carbono.

Las mercancías más habituales transportadas bajo Atmósfera Controlada son aguacates, espárragos, arándanos y fruta de hueso.

El sistema está basado en una membrana que separa el oxígeno y el nitrógeno

en base a la diferencia de tamaño de sus moléculas. Previamente el aire es purificado, extrayéndose del mismo las partículas de agua y de polvo. Posteriormente se calienta para aumentar el volumen específico de las moléculas de aire y oxígeno, haciendo pasar estas moléculas por una membrana. Los orificios de esta membrana están dimensionados para permitir el paso de las moléculas pequeñas, que son las de oxígeno, y no las grandes de nitrógeno. Las de oxígeno son enviadas al exterior del contenedor mientras que las de nitrógeno se canalizan al interior del contenedor para desalojar al oxígeno hasta el nivel requerido para cada tipo de carga. Una vez alcanzado el nivel de oxígeno requerido, el sistema controla el mantenimiento continuo tanto del oxígeno como del dióxido de carbono en el interior del contenedor durante todo el viaje.

**Tratamientos cuarentenarios en contenedores frigoríficos, tratamiento de frío**

El propósito del Tratamiento de Frío es exterminar insectos y larvas mediante el mantenimiento de una temperatura suficientemente baja por un periodo predeterminado. El periodo de tiempo y la temperatura requerida para dicho proceso

están definidos en los protocolos establecidos por las autoridades fitosanitarias de los países importadores. Si la temperatura aumenta por encima de los requisitos establecidos, el proceso completo de tratamiento de frío fallará y deberá extenderse o bien comenzarse nuevamente.

La gran mayoría de los contenedores frigoríficos de Maersk Line están homologados para la cumplimentación de tratamiento de frío en tránsito, que realizamos desde España a diferentes países del mundo: EEUU, Méjico, Australia, Nueva Zelanda, China, Japón, Corea del Sur, entre otros.

Todos los contenedores disponen de hasta cuatro sondas de temperatura que se insertan en el producto siguiendo los diferentes protocolos fitosanitarios existentes entre España y los países receptores.

El tratamiento de frío se aplica principalmente a cítricos, como naranjas y clementinas. Sin embargo, kiwis, manzanas, peras, uvas, nísperos, etc., también se transportan bajo tratamiento de frío.

Con el fin de asegurar el éxito del proceso de tratamiento de frío, hay varios factores que son absolutamente esenciales. Éstos incluyen un correcto tratamiento previo, correcto pre-enfriado de los productos, un embalaje y estiba adecuada, así como también la constante monitorización que se realiza tanto en las terminales de contenedores como a bordo de los barcos, donde las temperaturas de las sondas de todos los contenedores bajo tratamiento de frío son controladas y registradas en potentes sistemas informáticos que permiten un continuo control y seguimiento por parte de personal especializado a bordo y en nuestros centros de control.

Todos los contenedores disponen de hasta cuatro sondas de temperatura que se insertan en el producto siguiendo los diferentes protocolos fitosanitarios existentes entre proveedor y cliente

Maersk Line está presente en el mundo del transporte frigorífico desde 1936 y es el transportista más grande de mercancía frigorífica containerizada del mundo. Tienen la mayor flota de nuevos y avanzados contenedores frigoríficos. Esto, junto con los más de 450 buques portacontenedores con los que opera, asegura los recursos para satisfacer la mayor parte de las necesidades de transporte frigorífico en cualquier lugar del mundo. Los contenedores con Atmósfera Controlada permiten tratamientos cuarentenarios en los contenedores frigoríficos.

**Para saber más...**

[www.maersk-logistics.com](http://www.maersk-logistics.com)

español

español  
inglés

español  
alemán

español  
inglés



# GUÍA DE LAS MEJORES FRUTAS HORTALIZAS

Marcas, variedades,  
sabores, identificación  
geográfica...



La guía de frutas y hortalizas se publica en formato impreso y en internet. La guía es un portal para productores, mayoristas, cooperativas, mercados, exportadores, comercializadores, y todas las empresas vinculadas con la venta de las frutas y hortalizas.



Pida su ejemplar en español o inglés  
al +34 977 750 402

Distribución en librerías y mailing  
promocional a cadenas de hostelería





**María I. Gil,  
Ana Allende,  
Francisco  
López-Gálvez,  
María V. Selma**

*Grupo de Calidad,  
Seguridad y Bioactividad de  
Alimentos Vegetales*

*Departamento de Ciencia y  
Tecnología de los Alimentos  
CEBAS-CSIC*

*Campus de Espinardo,  
Espinardo, Murcia  
migil@cebas.csic.es*

# ¿Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV Gama?

En los últimos tiempos, la industria de la IV Gama ha intentado prescindir del uso del cloro y sus derivados como higienizante, por el riesgo que supone para el medioambiente y la salud.



**El lavado y cortado son etapas decisivas de preparación de frutas y hortalizas listas para usar o consumir.**

## Resumen

El lavado es una de las etapas más críticas en el procesado de vegetales en IV Gama ya que está íntimamente relacionado con la seguridad y vida útil del producto final. El principal objetivo del lavado es eliminar los restos de suciedad y la carga microbiana presente en la superficie del tejido, una de las principales responsables de la pérdida de calidad. Asimismo, esta etapa sirve para enfriar el material vegetal y eliminar los exudados que se producen tras el corte y que pueden favorecer el crecimiento microbiano. Para garantizar la seguridad de estos alimentos, la industria de IV Gama emplea agua clo-

rada en el lavado, por ser el cloro uno de los higienizantes más efectivos. Sin embargo, en los últimos años se ha generalizado la recomendación de prescindir del uso del cloro y sus derivados. Los principales motivos son el riesgo medioambiental asociados al vertido de aguas con gran contenido en contaminantes y al posible riesgo para la salud debido a la formación de compuestos potencialmente cancerígenos (trihalometanos) formados por la reacción del cloro con la materia orgánica presente en el agua. Por este motivo, la mayoría de las investigaciones actuales se han centrado en la búsqueda de alternativas que permitan garantizar la seguridad

microbiológica de estos productos y evitar los efectos adversos mencionados. Sin embargo, a pesar de todos los estudios de investigación llevados a cabo, aún no se ha encontrado una alternativa eficaz al cloro. Algunos países defienden el uso de agua sin la adición de higienizantes, pero esta práctica supone un grave riesgo por no evitar la contaminación cruzada entre producto contaminado y producto limpio. Estudios recientes demuestran que el cloro y sus derivados clorados siguen siendo los higienizantes más efectivos para la higienización del producto y la desinfección del agua de lavado. Así, el cloro y sus derivados utilizados en dosis óptimas junto



con un sistema de prelavado que elimine la materia orgánica, representa una alternativa segura para la higienización y desinfección de las aguas de lavado en la industria de IV Gama. En España, no existe una reglamentación que regule el uso de higienizantes para IV Gama ni tampoco existe una reglamentación a nivel europeo armonizada para el empleo de estos "coadyuvantes tecnológicos" los cuales son necesarios en el lavado.

**Lavado de hojas trozadas.**

#### Desinfección del agua de lavado

El principal objetivo de los agentes higienizantes es mantener la calidad del agua de lavado con el fin de prevenir la contaminación cruzada del producto, pese a la opinión generalizada de que sólo se utilizan para higienizar el producto ve-

El principal objetivo de los agentes higienizantes es mantener la calidad del agua de lavado con el fin de prevenir la contaminación cruzada del producto

**e pack**

**El envase más ligero del mercado**

**e**conómico

**e**cológico

**e**rgonómico

www.daumas.es **by daum+ s**

getal (Zagory, 1999). En general, se puede afirmar que la acción del lavado es la eliminación de los microorganismos del producto y su posterior inactivación en suspensión. Si el método de desinfección seleccionado no es capaz de eliminar los microorganismos tanto de la superficie del producto como del agua, el producto lavado con el agua reutilizada se expone a un aumento de la carga microbiana, incluyendo posibles patógenos que pueden llegar del campo de cultivo.

En un estudio reciente, hemos demostrado que la presencia de una pequeña cantidad de producto contaminado en un lote es capaz de contaminar el agua de lavado y ésta a su vez, contaminar el producto que posteriormente es lavado. También hemos observado que la calidad del agua de lavado afecta a la efectividad del lavado de forma que al aumentar el contenido en materia orgánica en el agua de lavado, los microorganismos se adhieren más fácilmente al producto y es más difícil su eliminación (Allende y col., 2008a). Sin el uso de un agente higienizante, la calidad del agua de lavado se deteriora muy rápidamente, por lo que se hace necesario el aporte de grandes volúmenes de agua para controlar la carga microbiana y la materia orgánica. Sin embargo, a pesar de utilizar grandes volúmenes de agua, el riesgo de contaminación cruzada no se elimina sin la adición de un higienizante. Los resultados confirman la importancia de usar un higienizante en el agua de lavado ya que permite eliminar los microorganismos antes de que se adhieran o puedan internalizarse en el producto, evitando la contaminación cruzada (López-Gálvez y col., 2009).

El lavado y la desinfección tienen importantes implicaciones económicas y medioambientales, principalmente por el gran volumen de agua que es necesario emplear para asegurar que la calidad del agua de lavado sea la adecuada para el uso a la que se destina, tanto al comienzo como al final del proceso de lavado. Un reto para la industria alimentaria es reducir el consumo de agua y el caudal de los vertidos. Uno de los métodos usados para reducir el consumo de agua es la desinfección de la misma con un higienizante adecuado. En general, la cantidad de agua de vertido generada por masa de producto lavado dependerá de la tecnología de desinfección empleada. El uso de una tecnología capaz de desinfectar eficazmente tanto el agua de proceso como la

superficie del vegetal permitirá reducir el volumen de vertido, ocasionando menor impacto medioambiental.

### Selección de un higienizante

La selección de una estrategia de desinfección adecuada para el lavado de los productos de IV Gama es muy difícil ya que, actualmente, los estudios llevados a cabo para evaluar el uso de distintas tecnologías no siguen un protocolo estándar y resulta casi imposible comparar los resultados obtenidos con diferentes tratamientos de desinfección. La eficacia de la desinfección está afectada por numerosos factores relacionados con el tipo de agua a tratar, el tratamiento de desinfección seleccionado, la forma de aplicación del tratamiento, el tipo de vegetal a lavar, la carga microbiana, el tiempo de contacto, la relación producto/volumen de agua, la aplicación de uno o varios lavados, el aclarado después de la higienización así como el intervalo de tiempo desde la contaminación al lavado, entre otros (Sapers, 2003). Muchos son los parámetros físico-químicos que afectan a la calidad del agua, entre ellos los más importantes son el pH, la temperatura, la DQO (Demanda Química de Oxígeno), la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), la turbidez y el contenido en materia orgánica. La forma de aplicación de los higienizantes influye en la recuperación de los microorganismos presentes en el material vegetal ya que no es lo mismo un lavado por inmersión con o sin agitación, spray, etc. El

tipo de material vegetal, y más concretamente las características de la superficie del producto afectan significativamente la eficacia del tratamiento de desinfección (roturas, hendiduras, e incluso del tipo de tejido, hojas internas o externas) (Allende y col., 2008b). También se debe tener en cuenta la diferencia entre el peso/superficie ( $g/cm_2$ ) de algunos productos como por ejemplo la lechuga con una gran superficie y el tomate como fruto esférico. Una reducción de 3 unidades logarítmicas expresado en peso (ufc/g) equivale a reducciones de 0.114 y 18, respectivamente cuando se expresa en superficie (ufc/ $cm_2$ ).

La forma más habitual de evaluar la eficacia de un tratamiento de higienización es mediante la inoculación del producto vegetal con una carga determinada de uno o varios microorganismos. Las reducciones obtenidas con respecto a la carga inicial del inóculo determinan la efectividad del tratamiento. Sin embargo, dependiendo del proceso utilizado para la inoculación del material vegetal y la posterior recuperación de los microorganismos presentes en el producto tratado, los resultados pueden variar significativamente (Beuchat y col., 2001). Factores como el tipo de inóculo (cepas salvajes o procedentes de colecciones de cultivos tipos), la carga del inóculo (dosis de inóculo bajas, 102-103, o dosis elevadas, 106-108), el procedimiento de inoculación (inmersión o pulverización), el tiempo de incubación, el estado de desarrollo del microorganismo, así como el uso de cepas resistentes a antibióticos para una fácil recuperación del microorganismo, determinan los resultados obtenidos tras el tratamiento de higienización. Además, la mayoría de estudios de desinfección se han realizado a escala de laboratorio con resultados muy prometedores pero no se conocen su aplicación a escala piloto o industrial (Sapers, 2001). En general, la mayoría de los estudios tampoco tienen en cuenta la presencia de materia orgánica en el agua de lavado. De hecho, durante el lavado de vegetales en IV Gama, la calidad del agua de lavado se deteriora rápidamente por el aumento en la carga orgánica procedente de los restos de tierra, hojas, exudados del corte así como de microorganismos asociados al producto. Cuando se emplea agua potable para evaluar la eficacia de distintos desinfectantes, los resultados no tienen ninguna aplicación industrial. Por este motivo, se recomienda realizar los estudios en situaciones reales de bajo aporte

**Durante el lavado de vegetales en IV Gama, la calidad del agua de lavado se deteriora rápidamente por el aumento en la carga orgánica procedente de los restos de tierra, hojas, exudados del corte así como de microorganismos asociados al producto**

de agua, evaluando, además de la carga microbiana del producto después del lavado, la calidad del agua de lavado.

### La legislación actual

La normativa que regula actualmente las sustancias que se pueden emplear para reducir la carga microbiana en frutas y hortalizas es muy compleja y en muchos casos, incierta. La reglamentación de los higienizantes es diferente en cada país. En EE.UU, el higienizante del agua de lavado se considera un "biocida" y está regulado por la EPA (Environmental Protection Agency, Agencia de Protección del Medio Ambiente) y en el producto de IV Gama se considera como aditivo y está regulado por la FDA.

La situación en Europa es incluso más compleja y debe ser armonizada en una reglamentación única. La Directiva Europea (89/107/EEC) sobre aditivos alimentarios incluye un listado de los aditivos alimentarios autorizados, aunque cada Estado miembro decide sus criterios y condiciones de uso incluyendo los niveles máximos autorizados. Existen

los llamados "coadyuvantes del proceso" que se definen como "aquellas sustancias que se emplean intencionadamente en el procesado con un propósito tecnológico, aunque puedan generar residuos de forma no intencionada son técnicamente inevitables, pero no presentan riesgo para la salud y no tienen un efecto en el producto final". En Inglaterra y Francia el cloro y sus derivados están autorizados como "coadyuvantes de proceso" como sustancias necesarias para el lavado de los productos de IV Gama, mientras que su uso no están permitidos ni regulado en otros Estados miembros. Aunque no se conoce con exactitud, su uso será regulado en breve, y parece ser que la definición de coadyuvante del proceso se va a restringir a aquellas sustancias que no presenten residuos en el alimento final, al menos que sean específicamente autorizados. Es imprescindible la elaboración de una reglamentación que regulen los higienizantes de lavado teniendo en cuenta que es necesario su uso para mantener la calidad del agua durante el lavado y evitar la contaminación cruzada entre productos.

### El cloro y las alternativas

Durante los pasados 30 años numerosos estudios han constatado la gran eficacia del cloro y de sus derivados como desinfectantes del agua de lavado. El empleo de agua clorada en la etapa de lavado es una práctica común en la industria de IV Gama. Sin cloro, probablemente no existirían los productos de IV Gama. Casi un 80% de la industria de IV Gama usa hipoclorito, aunque en la mayoría de los casos no se conocen los aspectos más importantes relacionados con la química del cloro como el control del pH, el cloro libre y el potencial redox (Suslow, 2001). Por ello, muchas industrias hacen un uso incorrecto del cloro, ya que aumentan mucho la dosis y no consiguen la máxima efectividad. La mayoría de empresas que ofrecen otras alternativas resaltan los efectos negativos del hipoclorito como es la formación de productos de reacción no deseables, sugiriendo que la industria debe remplazar este método tradicional de desinfección. La sensibilidad de la detección de residuos ha aumentado en los últimos 10 años. Sin embargo, el hecho

Capaces de todo

**FORIGO**  
roteritalia

Capable of everything

via A. Brennero Nord 9 Tel. +39 0386 32691 www.forigo.it  
46035 Ostiglia MN Italy Fax. +39 0386 31260 info@forigo.it

de que puedan detectarse no significa que impliquen un riesgo. De cualquier forma, los resultados de estudios de toxicidad no indican que exista ninguna razón de preocupación en temas de seguridad sobre el lavado con cloro ya que la presencia de productos de reacción en el producto después del lavado es insignificante (Klaiber y col., 2005). Hasta hace muy poco, no existían datos sobre la formación de estos compuestos halogenados en el producto procesado cuando se lava con agua clorada. Por ello, la Asociación de Productores de Ensaladas Preparadas llevó a cabo una serie de análisis con el fin de detectar la presencia de estos compuestos en el producto vegetal. Los resultados demostraron que el producto vegetal lavado con dosis óptimas de hipoclorito, contenía menos cloro y subproductos de formación del cloro que en un vaso de agua del grifo (COT, 2007).

Desafortunadamente, el cloro no sólo es el agente higienizante más utilizado en la industria de IV Gama, sino que también es el higienizante peor utilizado, lo que puede causar su rechazo si no se controla adecuadamente. Sin embargo, los parámetros de control del cloro cuando se emplea en el lavado de frutas y hortalizas son bien conocidos. Existen numerosos trabajos en los que se describe el significado del control del pH para un uso eficiente y las medidas de las distintas formas de cloro, total, combinado y libre (Suslow, 1997). La efectividad del cloro depende de muchos factores siendo el pH y el contenido de materia orgánica en el agua los más importantes. En general, las reducciones microbianas obtenidas con el agua clorada aumentan cuando la concentración y la proporción agua/producto aumenta. Sin embargo, el tiempo de lavado parece que no tiene un gran efecto en la reducción microbiana ya que cuando se incrementa de 1 a 2 min, la eficacia del tratamiento no incrementa. Algunos estudios han demostrado que el mantenimiento de una dosis residual baja de cloro libre en el tanque de lavado es eficaz para mantener la calidad del agua de lavado de vegetales (Suslow, 2001), siempre y cuando los niveles seleccionados se mantengan durante todo el lavado mediante el uso de sistemas de dosificación automatizada. De hecho, un sistema de desinfección será efectivo siempre que sea capaz de mantener un nivel residual del agente higienizante a la salida de la lavadora, lo cual ocurre después de que la desinfección



ción haya tenido lugar. Estos sistemas garantizan la presencia de la cantidad necesaria de oxidante en el agua previniendo la contaminación cruzada entre producto contaminado y producto limpio. Los sensores específicos de cloro basados en técnicas amperométricas y de pH, aseguran que el nivel residual sea monitorizado en continuo y controlado consiguiendo una desinfección del agua adecuada todo el tiempo.

### Higienización de frutas y hortalizas en IV gama

En los últimos años se han publicado un gran número de trabajos de investiga-

ción sobre la eficacia de distintos tratamientos de higienización en frutas y hortalizas en IV Gama. Sin embargo, muchos de los resultados obtenidos carecen de interés ya que se utilizan higienizantes no autorizados así como dosis y tiempos de lavado excesivos. Pese a las dificultades asociadas a la comparación de resultados obtenidos en distintos ensayos, existen diversas fuentes bibliográficas que comparan distintos métodos de higienización (IFPA, 2001; CCFRA, 2002- 2008; Parish et al., 2003; Sapers, 2003 Gómez-López et al., 2009; Ólmez and Kretzschmar, 2009), entre los que se incluyen los tratamientos físicos, químicos y sus combinaciones. De todos ellos cobran especial importancia algunos métodos de desinfección que se describen a continuación.

Numerosos estudios han demostrado que la fuerza mecánica del arrastre que ejerce el agua sobre la superficie del vegetal durante el lavado permite reducir la carga bacteriana en al menos 1 unidad logarítmica, siendo incluso mayor si se utilizan distintos sistemas de aireación modernos tipo "jacuzzi". Entre los tratamientos de desinfección no térmicos cabe destacar los ultrasonidos, la luz UV-C y la radiación ionizante. Sin embargo, en la actualidad sólo la luz UV-C se emplea como sistema de desinfección en algunas plantas de procesado. Este sistema, es capaz de mantener la calidad bacteriológica del agua de lavado pero, debido a su bajo poder de penetración, su eficacia es muy limitada ya que está muy influenciada por

**Desafortunadamente, el cloro no sólo es el agente higienizante más utilizado en la industria de IV Gama, sino que también es el higienizante peor utilizado, lo que puede causar su rechazo si no se controla adecuadamente**

la carga de materia orgánica presente en el agua, por lo que requiere el uso previo de sistemas de filtrado que eliminen los sólidos en suspensión. La eficacia de la desinfección por luz UV-C ha mejorado considerablemente mediante el uso de novedosos sistemas que aumentan la superficie de contacto del agua con las lámparas de luz UV-C. Otro sistema de desinfección es la irradiación, método muy prometedor por su gran capacidad antimicrobiana que no altera la calidad organoléptica ni ocasiona pérdidas nutricionales en los vegetales. Recientemente, en agosto de 2008, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos aprobó el uso de la irradiación para la desinfección de lechuga y espinaca tras la solicitud por parte de la Asociación Nacional de Alimentos Procesados, la cual representa a la mayoría de compañías de procesado. Comparada con otras tecnologías, la irradiación tiene un poder de penetración superior, por lo que puede llegar a ser una poderosa herramienta si se emplea de forma optimizada para cada tipo de producto y variedad. Esta tecnología se describe como la única capaz de destruir los microorganismos patógenos una vez internalizados en el tejido vegetal. Sin embargo, sigue sin ser totalmente aceptada por los consumidores y según la FDA, el uso de la radiación ionizante no es considerado como sustituto de la etapa de lavado (FDA, 2008).

Los métodos químicos de higienización conllevan la aplicación de un lavado mecánico con el higienizante, seguido de un aclarado en agua potable. En numerosos estudios, distintos agentes químicos han sido evaluados con el fin de determinar su grado de efectividad en el lavado de frutas y hortalizas. En la mayoría de estos estudios, sólo se evalúa la reducción del patógeno bacteriano inoculado justo después del lavado, y en algunos de ellos también se evalúa la supervivencia del mismo durante la conservación. Sin embargo, sólo en un número muy reducido se estudia el efecto del agente higienizante en las características físico-químicas del agua de lavado (Luo, 2007). El agua electrolizada ha resultado ser una alternativa muy prometedora para la desinfección del agua de proceso, la cual puede ser empleada tanto en el prelavado como en el aclarado (Ongen y col., 2006). Un ejemplo de esta tecnología es el sistema Ecodis® el cual genera una electrolisis mediante el paso de una corriente eléctrica a través de unos electrodos de titanio, causando una



## Innovación para un éxito creciente



### High Quality Printing

TEKU Macetas y Contenedores  
como medio publicitario  
con impresión o etiquetado  
nuestro departamento de publicidad  
le asesorará gustosamente.



PÖPPELMANN

Pöppelmann Ibérica S.R.L.U.  
Plaça Vicenç Casanovas, 11-15  
08340 Vilassar de Mar (Barcelona)  
Tel. 93 754 09 20 • Fax 93 754 09 21  
teku-es@poeppelemann.com • www.teku.com



gran oxidación y la formación de agentes oxidantes muy potentes derivados del cloro residual presente en el agua potable, como es el ácido hipocloroso (HOCl) y el ión hipoclorito (OCl<sup>-</sup>). El ácido peroxiacético (Tsunami<sup>®</sup>), también conocido como ácido peracético, tiene un gran interés debido tanto a su eficacia reduciendo la carga microbiana del producto como a la inocuidad de sus productos de reacción tras la descomposición espontánea, como son el ácido acético, agua y oxígeno (Dell'Erbaa y col., 2007). Estudios recientes han descrito que el ácido peroxiacético es menos efectivo que el hipoclorito sódico en la reducción de patógenos en el agua de red. Sin embargo, no se observaron diferencias entre ambos cuando se comparó su eficacia en agua de proceso en presencia de materia orgánica. Según los límites establecidos por la FDA, la concentración máxima permitida de ácido peroxiacético para el lavado de frutas y hortalizas de IV Gama son 80 ppm, aunque algunos estudios indican que esta concentración es insuficiente para garantizar la inocuidad de estos productos (Hellstrom y col., 2006). Otra ventaja que presenta el ácido peroxiacético es su baja reacción con la materia orgánica presente en el agua de proceso, al contrario que el hipoclorito sódico (Ruiz-Cruz y col., 2007). Una de las tecnologías de higienización que más atención ha acaparado en los últimos años es el uso del ozono. Nuestro grupo de investigación dispone de una planta piloto

de generación y aplicación de ozono gaseoso y acuoso, lo que ha permitido llevar a cabo numerosos estudios sobre la eficacia del ozono en frutas y hortalizas, así como en el agua de proceso (Beltrán y col., 2005, Selma y col., 2007, Selma y col., 2008). Los resultados obtenidos hasta el momento hacen pensar que el ozono es un excelente desinfectante para el agua, pudiendo ser utilizado como un sistema de desinfección paralelo a la línea de procesado, ya que su empleo en las lavadoras es complejo. Esta tecnología presenta grandes desventajas como es la dificultad de su dosificación debido a la escasa solubilidad del ozono en el agua, los riesgos laborales asociados a la emisión de ozono gaseoso en la planta de procesado, corrosión del equipamiento debido a su gran poder oxidante, además de precisar una optimización muy ajustada para cada tipo de producto. Otros higienizantes que se presentan como alternativas al hipoclorito sódico son los ácidos orgánicos como el ácido láctico (Purac<sup>®</sup>), ácido cítrico y vinagre, así como otras mezclas como la formada por bioflavonoides y ácidos orgánicos (Cítrax<sup>®</sup>). La acción antimicrobiana de estos desinfectantes se debe principalmente a la reducción en el pH, aunque su eficacia varía considerablemente dependiendo del tipo de ácido orgánico. En general, los tiempos de exposición deben ser muy largos (entre 5 y 15 min), lo que limita su aplicación. Además, todos los agentes higienizantes a base de ácidos or-

gánicos incrementan considerablemente la carga de materia orgánica presente en el agua de lavado (DQO y DBO), lo que supone un gran impacto en la calidad del agua de vertido, además de conferir sabores y olores desagradables al producto (Ölmez y Kretzschmar, 2009).

El dióxido de cloro, pese a ser un derivado clorado, representa una de las alternativas más interesantes por ser un potente oxidante como el ozono pero sin presentar muchas de las desventajas ya mencionadas del ozono (Gómez-López y col., 2009). El dióxido de cloro se puede formar "in situ" al reaccionar el clorito de sodio con un ácido o se puede obtener como solución acuosa, lista para ser utilizada. Las principales ventajas que presenta es su escasa capacidad de reaccionar con la materia orgánica, por lo que no genera productos de reacción, es más estable a amplios rangos de pH y menos corrosivo que el hipoclorito. Actualmente, la concentración máxima autorizada por la FDA es de 3 ppm, siendo necesario un aclarado. Estudios llevados a cabo en nuestro laboratorio han demostrado que el uso de 3 ppm no es suficiente para reducir significativamente la carga microbiana del producto vegetal, pero sí es eficaz reduciendo la carga del agua de proceso. Otros autores han descrito un efecto sinérgico mediante la combinación del dióxido de cloro y el uso de ultrasonidos (Huang y col., 2006).

El uso combinado de tratamientos de oxidación de forma simultánea se denomina Procesos de Oxidación Avanzada (Advanced Oxidation Processes, AOPs). Estas tecnologías representan un gran avance en la higienización ya que en la mayoría de los casos consigue importantes reducciones de los microorganismos presentes en el agua de lavado, sin que se generen productos de reacción. Éste es el caso de la combinación del uso de peróxido de hidrógeno y luz UV.

### Presente y futuro de la higienización de productos de IV Gama

La mayoría de la bibliografía sobre el uso de higienizantes concluyen que el lavado reduce la carga microbiana saprofitas de la superficie del vegetal en 2 o 3 unidades logarítmicas (Allende y col., 2008b). A pesar de observarse diferencias entre los distintos higienizantes después del lavado, estas diferencias desaparecen durante la conservación, alcanzándose re-

cuentos similares en el producto lavado con agua del grifo o con un agente desinfectante. En general, el lavado del producto con un agente antimicrobiano reduce el recuento inicial de bacterias, pero puede incluso fomentar un aumento en el crecimiento y supervivencia durante la conservación (Ragaert y col., 2008). De gran relevancia es la calidad microbiológica de la materia prima que entra en la planta de procesado y, por lo tanto, en el tanque de lavado, ya que la eliminación de la contaminación microbiana durante el lavado tiene grandes limitaciones. Algunos autores han descrito que la formación de biopelículas reduce considerablemente la eficacia de los higienizantes en la superficie del tejido. Otro factor que afecta considerablemente la eficacia de los tratamientos higienizantes es la adhesión y localización de los microorganismos en el tejido vegetal. La ubicación de los microorganismos en zonas irregulares del tejido, como los estomas y pequeñas fisuras, los protegen de la acción antimicrobiana de los agentes higienizantes.

Es recomendable incluir una etapa de prelavado en forma de ducha donde se elimine la suciedad y los exudados celulares, seguida de la etapa de desinfección por inmersión donde se encuentre el higienizante y posteriormente el aclarado cuando el higienizante empleado y su dosis lo requieran. En esta línea de proceso ideal, el flujo de agua debe ir en contracorriente al movimiento de producto en toda la línea. Así, el agua del tanque de lavado puede ser reutilizada en la etapa de prelavado y lo mismo la del aclarado que puede ser recirculada al tanque de higienización. Si se cuenta con un sistema de recirculación de agua, se puede incorporar un sistema de desinfección del agua paralelo a la línea de proceso, en el que se puede aplicar ozono o cualquier otra tecnología de oxidación avanzada, altamente eficaces para la desinfección del agua de proceso.

Existe una gran incertidumbre sobre si el uso del cloro en el lavado de frutas y hortalizas de IV gama debe ser eliminado o no. Sin embargo, sin cloro, el mercado de la IV Gama se reduciría considerablemente o desaparecería, tal y cómo sucede en otros países como Alemania o Suiza, donde el cloro está prohibido. Una buena aproximación sería establecer las condiciones óptimas de control y dosificación para maximizar su eficacia y reducir los efectos adversos asociados a su uso. La reducción de la materia orgánica en el

tanque de desinfección mediante un prelavado y un sistema de filtración puede ser muy útil para evitar la formación de productos de reacción del cloro con la materia orgánica.

### Conclusiones

Las empresas de procesado en IV gama confían en los higienizantes la reducción de la carga microbiana, como responsables de mantener la calidad y alargar la vida útil de sus productos. El agua es un medio idóneo para reducir la contaminación de los vegetales, ya que puede eliminar la suciedad y restos vegetales, pero puede servir de vehículo de transmisión de microorganismos patógenos. El lavado con higienizantes es imprescindible ya que además de mejorar la higiene del producto, mantiene la calidad microbiológica del agua de lavado, evitando la contaminación cruzada entre producto contaminado y no contaminado. La mayoría de los higienizantes son eficaces cuando se comparan con el lavado con agua, pero después de la conservación la microflora del producto vegetal es capaz de crecer rápidamente, alcanzando los niveles iniciales sin existir diferencias entre los distintos tratamientos, incluyendo el agua. De hecho, en contra de la idea general de que los higienizantes son empleados para reducir la carga microbiana del producto, su principal efecto es el de mantener la calidad microbiológica del agua. En muchos países europeos, se defiende el empleo de agua potable para el lavado de vegetales en IV Gama, en lugar del uso de agua con un agente higienizante. Sin embargo, sin la presencia de un higienizante, no se puede garantizar la seguridad microbiológica del vegetal lavado. En el tanque de lavado, donde el agua es reutilizado para muchos kilos de producto, siempre se debe utilizar el agente higienizante en la dosis adecuada que garantice una concentración residual a lo largo de todo el lavado, asegurando la calidad microbiológica del agua de lavado al mismo tiempo que se respeta el medio ambiente y la salud de los consumidores. Es muy importante tener en cuenta que la desinfección del agua debe llevarse a cabo con la finalidad de minimizar la dosis efectiva de higienizante sin disminuir la efectividad de la inhibición microbiana. Para ello, es necesario mejorar los sistemas de desinfección incluyendo un prelavado y un aclarado final en ducha.



De izq. a der.:  
Victoria Selma, Ana Allende, Francisco López-Gálvez y María Isabel Gil.

La línea de investigación del Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales del CEBAS-CSIC (Murcia) se centra en proporcionar alimentos más seguros y atractivos para los consumidores, a través de una mejora en sus propiedades nutricionales y sensoriales, unas presentaciones más cómodas y una mayor facilidad de preparación para su consumo.

Los avances en el conocimiento de la seguridad y de las propiedades saludables de las frutas y hortalizas en particular y de los alimentos de origen vegetal en general, permiten el desarrollo de nuevos ingredientes y alimentos más atractivos y convenientes para el consumidor.

Con estos objetivos el Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales genera conocimientos sobre (1) los procesos biológicos y físico-químicos responsables de los distintos parámetros de calidad relacionados con las propiedades saludables de los alimentos de origen vegetal, (2) desarrolla procesos y productos innovadores más seguros y saludables, atractivos y convenientes para el consumidor y (3) participa en una investigación pluridisciplinar aprovechando los avances en las tecnologías genómicas, las nanociencias y la biotecnología para avanzar en los conocimientos sobre la influencia de la alimentación en la salud.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación a la CICYT (proyecto AGL2007-65056).

### Para saber más...

Puede encontrar la bibliografía y las referencias de este artículo en [www.horticom.com?73131](http://www.horticom.com?73131)



# Nuevo sistema óptico de inspección automatizada



Teri  
**Johnson**

▲  
*johnson@key.net*  
Traducción,  
Jorge Luis Alonso

Detecta defectos y retira materiales extraños de productos frescos.

Con varios los desafíos a los que se enfrenta actualmente la industria de productos frescos pre-cortados: la escasez de mano de obra, la reducción del uso de productos químicos y el aumento en los costos de la energía. Sin embargo, ninguno es tan importante como la seguridad alimentaria y la dificultad propia de producir alimentos mínimamente procesados, a un precio asequible. Las hortalizas de hoja verde están en una situación difícil con relación a este tema pues presentan niveles relativamente altos de material extraño y no existe aún el mecanismo que los elimine en su trayecto de la granja al consumidor final.

Los consumidores siguen prefiriendo los vegetales recién cosechados; sin embargo, éstos se han convertido en la principal causa de enfermedades transmitidas por alimentos. El efecto de ello es una mayor conciencia sobre la necesidad de buscar soluciones que mejoren los métodos de clasificación.

Hasta hace poco, las compañías procesadoras de productos frescos no tenían otra opción que recurrir a mano de obra calificada para detectar defectos y retirar los materiales raros encontrados en las hojas. Los consumidores, por otro lado, controlan hoy más que nunca los productos y exigen la "perfección" de los mismos. Para complicar el panorama, está la creciente producción de productos orgánicos y el endurecimiento de las medidas sobre el uso de plaguicidas, que ha multiplicado los daños y la presencia de partículas extrañas en los productos. Teniendo en cuenta estas dinámicas de mercado, la necesidad de mejorar la inspección y la clasificación ha aumentado enormemente y si una compañía hoy desea seguir siendo competitiva, debe encontrar rápidamente soluciones rentables a estos nuevos requerimientos.

La compañía Key Technology, Incorporated (Key), con sede en Walla Walla, Washing-

ton, está ofreciendo a la industria de productos frescos pre-cortados, una solución para avanzar en la seguridad de los alimentos y mejorar la calidad del producto. Es un sistema óptico de inspección automatizada (llamado también clasificador) que ha sido utilizado por décadas en la industria de la papa y hortalizas transformadas. Además de certificar la seguridad del alimento, este equipo mejora la calidad del producto, aumenta su rendimiento y reduce los costos operativos.

El uso de estos equipos en la línea de procesamiento de productos frescos pre-cortados trae múltiples beneficios. Gracias a su alta resolución, la cámara multi-espectral, un procesamiento inteligente de imágenes y el preciso sistema de eyección de aire, es posible detectar y eliminar una amplia gama de productos defectuosos. El marchitamiento de la hoja se encuentra entre los daños descubiertos y eliminados fácilmente, lo que mejora la vida útil del producto. La opción de detección por "forma", se emplea para eliminar aquellos elementos del mismo color y textura, tales como tallos y pedúnculos de legumbres verdes. Las dimensiones de la opción por "tamaño" se pueden ajustar, de tal manera que todo producto sobredimensionado sea detectado y excluido inmediatamente.

Los sensores láser incluidos en el clasificador permiten la localización y eliminación de una amplia gama de materiales extraños, como son insectos, roedores y plásticos.

El resultado final es un producto seguro, que protege la marca del procesador y ofrece tranquilidad al consumidor. La inversión en la compra del equipo se recupera rápidamente con la reducción de mano de obra calificada, la disminución en los gastos de materia prima, el mejoramiento de la calidad de los productos, el incremento del rendimiento y la protección de la marca registrada.





**Marta Montero-Calderón,  
María Alejandra Rojas-Graü,  
Robert Soliva-Fortuny, Olga  
Martín-Belloso**

*Universidad de Lleida,  
Departamento de  
Tecnología de Alimentos.  
omartin@tecal.udl.cat*

# Tendencias en el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas frescas

Las aplicaciones de diferentes técnicas en la conservación y envasado de frutas y hortalizas, está directamente ligado a la calidad final de las mismas.

## Introducción

El mercado de frutas y hortalizas mínimamente procesadas está creciendo sostenidamente desde los años 80 y 90, marcado por una continua innovación en los productos y por la mejora de los canales de distribución. Se inició con una pequeña gama de productos dirigida mayoritariamente a los servicios de alimentación, particularmente a la expedición de comida rápida, convirtiéndose en una gran industria con una amplia variedad de productos frescos cortados, los cuales actualmente se comercializan en el sector institucional (hostelería y restauración) y especialmente para su venta directa en supermercados y grandes superficies.

Los productos mínimamente procesados confieren valor añadido a las frutas y hortalizas frescas enteras, ofreciendo al consumidor, por un lado conveniencia en cuanto al espacio y tiempo de preparación, y por otro, un producto con atributos similares a los del producto fresco. En este sentido, el consumidor reconoce la importancia de la incorporación de las frutas y hortalizas frescas en la dieta diaria, por su alto contenido de vitaminas, antioxidantes, minerales, fibra, hidratos de carbono y agua, así como de sustancias fitoquímicas que pueden ayudar a prevenir el riesgo de contraer cáncer y enfermedades del corazón. En la actualidad, el consumidor es más consciente de la importancia de una buena alimentación, y busca nuevas alternativas en comidas saludables, según se ve reflejado en la gran cantidad de nuevos productos enriquecidos con vitaminas y otros nutrientes, que se encuentran actualmente en el mercado. Su estilo de vida también ha cambiado, y cada vez cuenta



con menos tiempo para preparar y comer los alimentos, por lo que busca productos alternativos nutritivos, sabrosos, variados y fáciles de preparar.

En este sentido, los vegetales mínimamente procesados, también conocidos como productos frescos cortados, de cuarta gama ó listos para consumir, están dirigidos a satisfacer la demanda actual del consumidor. Estos productos son sometidos a diversas operaciones de procesado, tales como pelado, cortado, reducción de tamaño, lavado y envasado, que persiguen la conservación mediante una combinación de tratamientos parciales minimizan-

**Los frutos naturales "listos para tomar" ofrecen atributos sensoriales y nutritivos que se ajustan a las necesidades y preferencias de los consumidores.**

do el impacto de dichas operaciones (Wiley, 1997). Estos productos no son sometido a ningún tratamiento térmico para la destrucción de microorganismos, sino que sus tejidos mantienen sus funciones metabólicas activas hasta que llegan al consumidor final. La conveniencia que ofrecen estos productos, en términos de calidad,

disponibilidad, facilidad de preparación, valor nutritivo, sabor y seguridad, responden a las necesidades y preferencias del consumidor. Son alimentos que mantienen las características de los productos frescos recién cortados.

El consumo de frutas y hortalizas frescas cortadas ha crecido vertiginosamente en EE.UU y muchos países europeos; en el año 2005, el consumo per cápita en España estuvo entre 1.5 y 2.0 kg, que se puede considerar bajo comparado con los 30 kg en EE.UU. y 6 kg en Francia. Dentro de este sector, las hortalizas frescas cortadas dominan el mercado, principalmente las lechugas cortadas y las mezclas de ensaladas, seguidos por las espinacas y las acelgas. La introducción de las frutas cortadas ha sido más lenta, por tratarse de productos más perecederos que las hortalizas; sin embargo, ya se pueden encontrar una gran variedad de frutas en el mercado incluyendo trozos de pera, manzana, melocotón, sandía, kiwi, mango, mandarina, uva y piña. En EE.UU. la participación del mercado de frutas frescas cortadas ha crecido en los últimos años, siendo los productos cortados de sandía, melón cantaloupe, mezclas de frutas y piña las más importantes.

El sector de la hostelería y la restauración consumen alrededor del 22% de los productos mínimamente procesados comercializados en España y el crecimiento continúa con la introducción de nuevos productos, materiales de envasado y mejoras en la higiene de los procesos, según la Asociación Española de Frutas y Hortalizas Lavadas y Listas para su empleo (AFHORLA), lo cual resalta la importancia de la venta al detalle. También señalan que el mayor crecimiento a nivel español se da en las grandes urbes, concentrándose un 45% del consumo total en las áreas metropolitanas de Madrid, Barcelona y Valencia (Agroinformación, 2009).

La calidad de los productos frescos cortados depende principalmente de las variedades que se utilicen, las prácticas antes y después de la cosecha, factores climáticos, índices y método de cosecha, el tiempo que transcurre entre la cosecha y el procesado, y la forma y los equipos con que éstos son preparados (Kader, 2002; Rojas-Graü y Martín-Belloso, 2005; Lamikanra, 2005; Varoquaux y Mazoulier, 2002; Hodges y Toivonen, 2008). Para su elaboración, solamente se deben utilizar productos frescos enteros de buena calidad, sin daños fisiológicos ni patológicos,

golpes, ni residuos de pesticidas u otros daños que incidirán directamente sobre la calidad y vida útil del producto; por tanto no se podrán aprovechar partes de productos parcialmente deteriorados.

Los tejidos de las frutas y hortalizas frescas cortadas están vivos y por ello, responden a los cortes realizados durante su preparación con un aumento en su actividad fisiológica y una mayor susceptibilidad al deterioro, pues al quitar la piel y disminuir su tamaño se rompen tejidos y se expone una mayor área a las condiciones ambientales externas, favoreciendo la pérdida de humedad, el ablandamiento de los tejidos, la pérdida de aromas, los cambios de color y la entrada de microorganismos indeseables.

Algunos tratamientos estabilizantes ayudan a conservar la calidad de estos productos, tales como la inmersión en soluciones de sales de calcio para conservar la firmeza del producto, agentes antioxidantes para controlar los cambios de color, el uso de sustancias antimicrobianas para controlar el crecimiento de microorganismos indeseables, y otros tratamientos coadyuvantes dirigidos a retardar su deterioro y prolongar su vida comercial, sin afectar sus atributos sensoriales (Rojas-Graü y Martín-Belloso, 2005; Garcia y Barret, 2002).

Por otro lado, es necesario el uso de un envase apropiado con el fin de proteger al producto contra daños físicos a la vez de ofrecer una barrera a la entrada de microorganismos indeseables y la salida

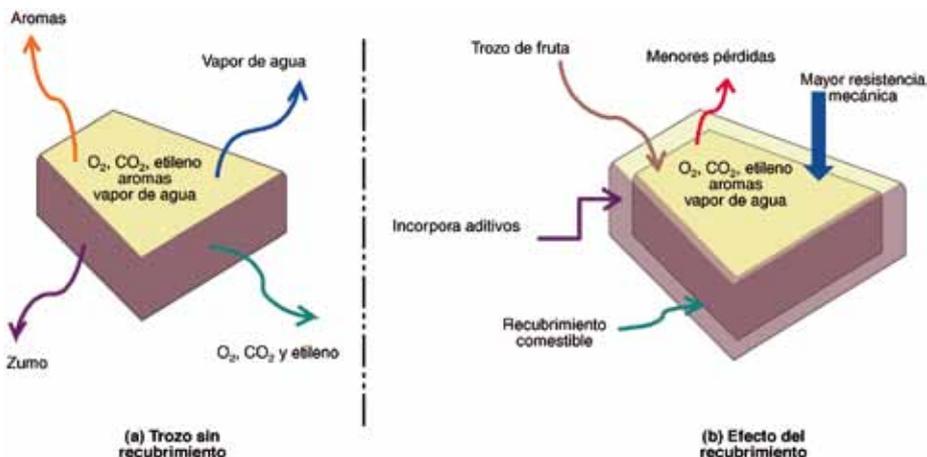
de compuestos volátiles aromáticos. Actualmente, existe en el mercado una gran variedad de materiales poliméricos con distintas características de permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono, con los cuales puede alcanzarse una correcta modificación de la composición de los gases dentro del envase (Al-Ati y Hotchkiss, 2002).

La modificación de la atmósfera puede hacerse pasiva o activamente. En el primer caso, los envases se llenan y se cierran, atrapando el aire, de modo que la composición inicial en el interior de los envases es similar a la del aire, y ésta cambia durante el almacenamiento como resultado de la respiración del producto envasado y el intercambio de gases a través de la superficie del envase. En el segundo caso, se sustituye el aire por una mezcla de gases antes de sellar los envases. El uso de atmósferas modificadas ayuda a retardar la aparición de síntomas de deterioro como la pérdida de firmeza, cambios en el color y apariencia del producto y reducción en la tasa respiratoria, con lo cual la vida útil puede prolongarse significativamente. Sin embargo, el efecto difiere según el tipo de producto, la composición de los gases y las características de los envases. Atmósferas con bajo contenido de oxígeno (1 a 5%) y alto contenido de dióxido de carbono (5-10%) pueden reducir significativamente la actividad metabólica de frutos como manzana y pera (Oms-Oliu et al., 2008) y hasta pueden retardar el crecimiento de microorganismos indeseables. Sin embargo, cuando las concentraciones de oxígeno son inferiores al 2% pueden ocurrir problemas de crecimiento anaeróbico de patógenos indeseables y reacciones de deterioro que afecten el sabor, aroma y otros atributos de calidad de los productos frescos cortados. Similarmente, el uso de una atmósfera modificada con un alto contenido de oxígeno (mayor de 70%) ayuda a conservar la firmeza de algunas frutas cortadas tales como pera (cultivar Flor de Invierno), aunque no inhibe las reacciones de pardeamiento. Sin embargo su uso en trozos de melón (piel de sapo), permite mantener mejor el color y la firmeza que cuando se emplean atmósferas con una concentración reducida de oxígeno (Oms-Oliu et al., 2007 y 2008). En el caso del envasado de trozos de piña cortada, concentraciones entre 10 y 40% de oxígeno resultaron beneficiosas (Montero-Calderón et al., 2008); sin embargo, es

Entre los campos en los que se ha investigado en los últimos años destaca la combinación de tratamientos estabilizantes empleando sustancias naturales para la conservación de la calidad de las frutas frescas cortadas durante un tiempo más largo

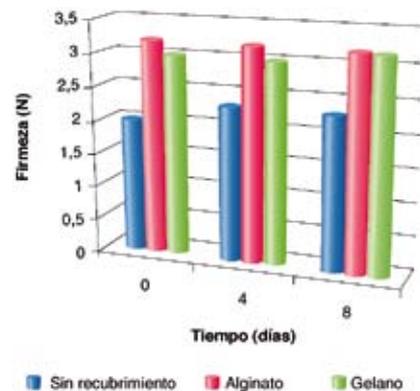
**Figura 1:**

**Principales propiedades de los recubrimientos comestibles en productos frescos cortados.**



**Figura 2:**

**Efecto del recubrimiento comestible sobre la pérdida de fluidos durante el almacenamiento.**



Fuente: Montero-Calderón et al., 2008.

necesario vigilar que la concentración de oxígeno no baje del 2% para evitar reacciones indeseables.

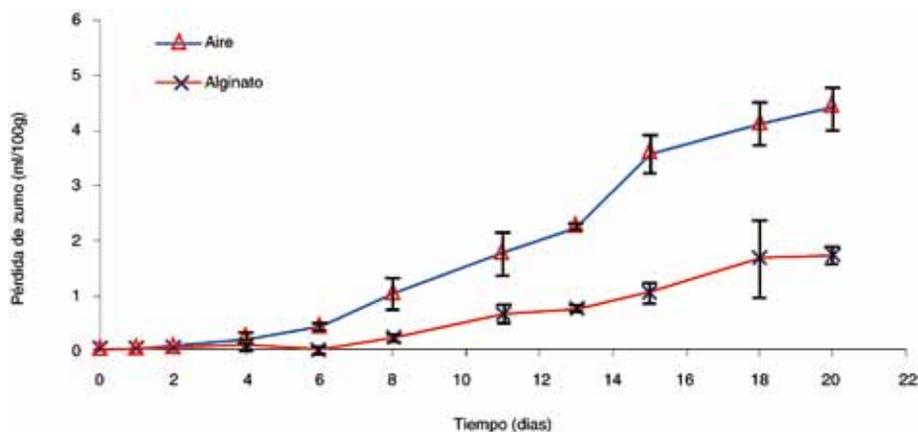
Así pues, la respuesta de los productos frescos cortados al uso de atmósferas modificadas, dependerá del tipo de producto, grado de madurez y prácticas antes y después de la cosecha, pero en todos los casos, deben ir acompañadas por un buen control de la temperatura durante toda la cadena de producción y comercialización del producto, siendo la temperatura ideal de 5 °C. Temperaturas mayores aceleran el deterioro y minimizan el efecto de beneficios de cualquier tratamiento estabilizante.

La innovación y las mejoras tecnológicas han acompañado el avance de estos productos en los mercados internacionales. Se ha logrado mejorar los procesos para reducir los daños físicos durante la preparación y manipulación de las frutas y hortalizas frescas cortadas, mejorar las condiciones de higiene y las buenas prácticas de manufactura, reduciendo así el riesgo de contaminación. También se han desarrollado materiales de envase que contribuyen a conservar la calidad del producto por un mayor tiempo.

Actualmente, el uso de recubrimientos comestibles es quizás la técnica más novedosa y prometedora para alargar la vida útil de este tipo de productos, por los beneficios que aporta como barrera a los gases y al vapor de agua, además de la posibilidad de utilizarlo como vehículo de sustancias activas en el alimento, permitiendo conservar la calidad de los tro-

**Figura 3:**

**Efecto de los recubrimientos comestibles sobre la firmeza de trozos de papaya fresca cortada.**



Fuente: Tapia et al., 2007.

zos de frutas y hortalizas frescas cortadas. Estos recubrimientos comestibles proveen una barrera protectora entre el producto y el ambiente que lo rodea, moderando a su vez el intercambio de gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, etileno, compuestos aromáticos). Además, dan soporte estructural al alimento, ayudando a conservar su textura, limitando la pérdida de humedad y salida de fluidos del producto fresco cortado (Figura 1).

Generalmente, el recubrimiento comestible se forma directamente sobre la superficie de los trozos de frutas y hortalizas, como una capa uniforme muy fina. Estos recubrimientos pueden ser de origen proteico (caseína, proteínas de suero, colágeno, zeína de maíz y proteína de soja) o de origen polisacáridos (como celulosa, quitosano, pectinas, almidón, alginato,

gelano, carragenato, carboximetilcelulosa y algunos que se preparan con base de purés de frutas como manzana, melocotón, pera y plátano).

Los recubrimientos de proteínas y polisacáridos se complementan con ingredientes lipídicos para aumentar la barrera al vapor de agua y agentes plastificantes como el glicerol, que contribuye a mejorar las características elásticas y de permeabilidad de esa delgada capa sobre la superficie externa de los trozos de frutas u hortalizas frescas cortadas. Según Olivas y Barbosa-Cánovas (2005) y Rojas-Graü et al. (2007a) los recubrimientos comestibles deben prepararse con sustancias seguras (GRAS: generalmente reconocidas como seguras), ser estables en condiciones de humedad relativa alta, buenas

barreras al vapor de agua, al oxígeno y al dióxido de carbono, presentar buenas propiedades mecánicas y de adhesión al producto, resultar aceptables sensorialmente y poseer un costo razonable.

Otros aditivos incorporados en los recubrimientos comestibles son las sales de calcio que actúan como agentes texturizantes, aumentando la resistencia mecánica, agentes antioxidantes para prevenir el oscurecimiento en productos susceptibles de pardeamiento (ácido cítrico, ácido ascórbico, cisteína, glutatión, etc.), agentes antimicrobianos (ácidos orgánicos, aceites esenciales, etc.) y otros compuestos que pueden mejorar las propiedades sensoriales o nutricionales de los trozos de frutas y vegetales cortados, como saborizantes, colorantes, nutraceuticos y agentes probióticos.

Entre los campos en los que se ha investigado en los últimos años destaca la combinación de tratamientos estabilizantes empleando sustancias naturales para la conservación de la calidad de las frutas frescas cortadas durante un tiempo más largo. Para cada producto, se debe plantear una estrategia para retardar la aparición de los síntomas de deterioro; así por ejemplo, para productos como manzana y pera, los cambios de color pueden ser controlados con tratamientos antioxidantes y utilizando atmósferas modificadas, y la pérdida de firmeza mediante tratamientos con sales de calcio (Oms-Oliu et al., 2007; Rojas-Graü et al., 2007a); el control del crecimiento de microorganismos indeseables puede hacerse parcialmente con el uso de atmósferas de alto contenido de oxígeno y agentes antimicrobianos naturales (aceites esenciales, ácidos orgánicos) que ayudan a conservar la apariencia y vida comercial de los productos frescos cortados.

Por otro lado, los recubrimientos comestibles complementan los efectos de algunos de estos tratamientos estabilizantes y pueden ser utilizados como vehículo para la aplicación de algunos compuestos que beneficien al producto y ayuden a conservar su calidad. Se ha encontrado que los recubrimientos comestibles pueden ayudar a conservar la firmeza, color y apariencia de los trozos de manzana, pera, melón y papaya (Figura 2). Además, mediante su uso, se puede reducir la pérdida de fluidos en trozos de piña fresca cortada (Figura 3). La incorporación de agentes antioxidantes en recubrimientos comestibles ha dado buenos resultados en man-

zana, pera y melón frescos cortados. Otra aplicación novedosa ha sido la incorporación de microorganismos probióticos en recubrimientos de alginato y gelano sobre manzana y papaya (Tapia et al., 2007). Finalmente, se han obtenido muy buenos resultados con la incorporación de aceites esenciales dentro de los recubrimientos comestibles, como tratamiento antimicrobiano, aplicados en trozos de manzana y melón fresco cortado (Raybaudi-Massila et al., 2007 y 2008; Rojas-Graü, et al., 2007b).

### Consideraciones finales

Las frutas y hortalizas frescas cortadas ofrecen al consumidor un producto atractivo, con atributos sensoriales y nutritivos que se ajustan a sus necesidades y preferencias. Por ello, la demanda de este tipo de alimentos saludables, seguros y convenientes crece continuamente.

La calidad final de las frutas y hortalizas frescas cortadas es el resultado de una combinación inteligente de técnicas aplicadas. Así, la refrigeración durante los procesos de elaboración y distribución a una temperatura cercana a 5°C, se complementa con una buena selección de la materia prima, unas prácticas higiénicas correctas durante la elaboración y manipulación de los productos frescos cortados y la selección adecuada de los envases y de la atmósfera interna que beneficie más a cada producto. Estas pautas básicas se complementan con la identificación y selección de tratamientos estabilizantes que permitan conservar los atributos de calidad del producto fresco recién cortado, como la incorporación de agentes antioxidantes, preferiblemente de origen natural, para conservar su color y apariencia, sales de calcio para mantener la firmeza sin afectar al sabor y otros parámetros de calidad, agentes antimicrobianos para minimizar el crecimiento microbiano, además de recubrimientos comestibles que por sí mismos pueden contribuir a mantener los atributos de textura, sabor, apariencia y reducir las pérdidas de fluidos y de humedad de los trozos de producto fresco cortado, pero que también pueden utilizarse como medio de transporte para incorporar sustancias que supongan un valor añadido a los vegetales frescos cortados.



De izq. a der.:  
**María Alejandra Rojas-Graü,  
 Olga Martín-Belloso, Marta Montero-  
 Calderón, Robert Soliva-Fortuny.**

El grupo de investigación de Nuevas tecnologías de procesado de alimentos, perteneciente al Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Lleida y dirigido por la Dra. Olga Martín-Belloso, incluye entre sus prioridades de investigación el desarrollo de estrategias que permitan la mejora de la calidad y vida útil de productos frescos cortados. En este sentido, desde hace varios años investigan en la aplicación de diferentes atmósferas modificadas, tratamientos con sustancias antioxidantes y antimicrobianas naturales, recubrimientos comestibles y aplicación de pulsos de luz en diversos productos frescos cortados. Los trabajos desarrollados en este campo se enmarcan en una de las líneas prioritarias del grupo, que tiene como objetivo el desarrollo de tecnologías de procesado de productos vegetales que garanticen la seguridad alimentaria manteniendo sus propiedades organolépticas, nutricionales y bioactivas. Dentro de esta misma línea, se están llevando a cabo estudios con tecnologías no-térmicas de procesado de alimentos, especialmente pulsos eléctricos de alta intensidad de campo para la conservación de productos líquidos. Estos estudios se han orientado inicialmente hacia la inactivación de microorganismos y enzimas deteriorativos y con posterioridad hacia otros parámetros y compuestos relacionados con la calidad organoléptica y nutricional. Dichas investigaciones van dirigidas a evaluar el efecto de estos tratamientos sobre la calidad y seguridad de los productos estudiados y su posible implementación a nivel industrial. Otra de las líneas de investigación del grupo contempla la obtención y caracterización de subproductos de la industrialización de frutas y vegetales, con el objetivo de conocer su contenido en compuestos bioactivos y obtener agentes naturales con propiedades tecnológicas que puedan ser utilizados en el diseño de nuevos productos alimentarios. De este modo, se han desarrollado agentes enturbiantes naturales y se ha podido demostrar el alto valor bioactivo de algunos de estos subproductos. Los resultados obtenidos por el grupo se publican en revistas científicas de reconocido prestigio internacional.

### Para saber más...

<http://web.udl.es/dept/tecal>

<http://www.udl.es>



Periquetes de sandía MPF pozosur.

Innovaciones tecnológicas para preservar la calidad

## Productos vegetales mínimamente procesados o de la "cuarta gama"

El incremento en el consumo de este tipo de alimentos, obliga a desarrollar nuevos métodos que garantizan la calidad de los mismos.



**Francisco Artés-Hernández, Encarna Aguayo, Perla Gómez y Francisco Artés\***

*Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena. fr.artes@upct.es*

### Introducción

Los hábitos de alimentación humana han cambiado mucho en las dos últimas décadas. El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comidas equilibradas, ha provocado la demanda de productos vegetales naturales, frescos, saludables y dispuestos para consumir, como los mínimamente procesados en fresco (MPF), denominados comercialmente de la "cuarta gama" de la alimentación. Así, la oferta de productos MPF ha aumentado notablemente en los países industrializados, siendo muy competitivos y aportando

nuevos productos y desarrollando nuevas tecnologías emergentes y sostenibles para garantizar la calidad sensorial y nutritiva y la seguridad alimentaria.

En el procesado mínimo industrial en fresco, la única etapa que consigue disminuir la contaminación microbiana inicial es el lavado-desinfección con hipoclorito sódico (100-150 ppm a pH 6,5). Sin embargo, debido a los riesgos demostrados de formación de subproductos potencialmente cancerígenos tras su reacción con la materia orgánica, a que su eficacia es limitada en algunos productos

y a determinado rango de pH y a la contaminación medioambiental que produce, se está cuestionando mucho su uso en todo el mundo. Por ello, se están desarrollando diversas técnicas alternativas al empleo del cloro, emergentes y sostenibles, para prolongar la calidad de los elaborados MPF durante más tiempo. Éstas se pueden aplicar en diversos puntos de la cadena productiva: selección de variedades idóneas y métodos de cultivo menos agresivos, preparación y acondicionamiento del producto, nuevos agentes desinfectantes en la etapa de lavado, tratamientos antimicro-

crobianos previos al envasado, o en el envasado. El presente trabajo revisa algunos de los resultados técnicos más relevantes en este campo.

### Selección de variedades y cultivo

El primer aspecto a considerar para el procesado mínimo en fresco de un producto hortofrutícola consiste en una adecuada selección del cultivar y, posteriormente, de la variedad idónea. Así, el melón cuenta con diversos tipos varietales o cultivares, como Galia, Cantaloupe, Piel de Sapo y Amarillo, cuyo comportamiento metabólico es diferente en cada uno de ellos, tanto enteros como MPF (Aguayo et al., 2004). Además, existen variedades de larga, media y vida comercial. Al estudiar su influencia sobre la vida útil del tomate MPF, las variedades Thomas (S&G), Sinatra (S&G) y Calvi (Gautier), de larga duración y bien valoradas por su producción en invernadero, mostraron muy buena aptitud para su procesado mínimo entre las dieciséis estudiadas (Aguayo et al., 2001a, 2001b). En las variedades de melón Galia y Cyro (este último, de De Ruyter) de larga vida, Solarking (Nunhems) de media vida y Galápagos (Hazera) como convencional, se ha observado que a pesar de la baja tasa respiratoria de 'Cyro', que permitiría extender su vida útil respecto al resto, adolecía de sabor, siendo 'Galápagos' de gran aceptación por su delicado sabor, característica muy valorada por el consumidor (Silveira et al. (2007a).

Frente al cultivo tradicional, el innovador sistema de producción en bandejas flotantes, sobre las que crecen las plantas en una solución nutritiva, es sencillo y rápido para producir hortalizas foliáceas de pequeño tamaño. Interesa particularmente para las que se aprovechan por sus hojas, logrando minimizar la acumulación de nitratos y la carga microbiana, lo que las hace idóneas como materias primas para el procesado mínimo en fresco (Fernández et al., 2006; Rodríguez-Hidalgo et al., 2006, 2007 y 2009).

### Preparación del producto

Previo al acondicionamiento del producto, la aplicación de diversos tratamientos puede influir en un mayor éxito en la preparación de los elaborados MPF. Por ejemplo, el 1-metil ciclopropeno (1-MCP) es un compuesto orgánico que, a concentraciones muy bajas, bloquea los receptores de etileno en las células ve-



tales e inhibe la respuesta fisiológica al etileno. No es tóxico y el residuo es insignificante. Se ha estudiado su aplicación en productos MPF como kiwi, mango, caqui, fresa, piña, fruta de hueso y granada y la respuesta varió con la especie y el tiempo de aplicación (6 ó 24 horas). En rodajas de kiwi y fresa el 1-MCP redujo la emisión de etileno sin afectar la tasa respiratoria, tanto si se aplicaba antes como después de procesar la fruta (Aguayo et al., 2006b). En cubos de mango, redujo el pardeamiento y el ablandamiento, pero sólo al aplicarlo en el producto procesado, sin observarse ningún efecto en producto entero. En general, el 1-MCP puede prolongar la vida útil 1 ó 2 días más, usándolo conjuntamente con la refrigeración y elevada humedad relativa (Vilas-Boas et al., 2004).

El agua electrolizada (AE) es un nuevo desinfectante para las industrias de procesado mínimo en fresco. Se produce por la electrólisis de una solución salina mediante la aplicación de un alto voltaje

Una vez seleccionada la variedad idónea, es necesario conocer el comportamiento fisiológico del producto cortado. Es bien conocido que en general, la tasa respiratoria y emisión de etileno de las frutas y hortalizas aumenta en proporción a la extensión del daño y división del producto entero, por tanto, a la intensidad del estrés (Artés-Hernández et al., 2007). También puede suceder en algunos productos, como el pimiento, que presenten la misma actividad respiratoria en distintos tipos de corte (dados, tiras, rodajas) (Artés-Hernández et al., 2005). Salveit (1997) mostró que la respuesta metabólica generalmente aumenta con el incremento del daño y que, después de alcanzar cierta severidad, un daño adicional no la incrementa. Se ha correlacionado positivamente la intensidad respiratoria con el grado de procesado de melón cortado (rodajas, trapecios y cilindros) y aumentó más con el mayor grado y superficie de corte (cilindros) (Aguayo et al., 2004). No obstante, determinados tipos de corte, como cilindros o bolas, resultan muy atractivos para los consumidores, favoreciendo su compra (Silveira et al., 2007a).

### Innovaciones en la etapa de lavado

El lavado constituye un punto crítico en el procesado mínimo y resulta decisivo para la calidad, seguridad y vida útil del elaborado. Tiene como objetivo principal eliminar la suciedad y carga microbiana y los fluidos intercelulares tras el corte (Ahvenainen, 1996; Artés, 2000). Con ello se pretende reducir el crecimiento microbiano y los desórdenes fisiológicos. El cloro es el desinfectante más empleado industrialmente para los productos MPF y su forma más efectiva la de ácido hipocloroso (HOCl), pero la disociación del HOCl depende del pH del agua. A pesar de que es barato y efectivo, puede dejar residuos químicos en el medio ambiente o formar compuestos potencialmente cancerígenos como los trihalometanos (THM) y cloraminas. Por ello se están estudiando desinfectantes alternativos al cloro. Actualmente, los desinfectantes que pueden sustituir al NaClO son el ácido peroxiacético, clorito sódico acidificado, dodecil benzen sulfonato sódico, dióxido de cloro y ácido láctico (Aguayo et al, 2007; Artés et al., 2009). En este campo, se ha investigado y se continúa trabajando sobre su eficacia en productos MPF como lechuga, espinaca, escarola, pimiento, melón, hino-



**Espinaca cultivadas en bandejas flotantes.**

jo, colirrábano y en numerosos brotes de hortalizas foliáceas (tatsoi, rúcola, red-chard, mizuna, colleja, verdolaga, etc). Por lo general se evalúan descensos de 1 a 2 unidades log en el crecimiento de microorganismos mesófilos, psicrotrofos y de enterobacterias respecto al tratamiento con 100-150 ppm NaClO a pH 6,5. Otros desinfectantes que actualmente se propugnan son las bactericinas, compuestos de tipo proteico con efecto bactericida, producidos por diferentes estirpes bacterianas. Las más utilizadas son nisinas, aunque también se emplean pediocinas, plantaricinas y lacticinas. Con 250 mg/L de nisina combinada con 100 mg de EDTA, se ha logrado controlar el crecimiento microbiano en melón "Galia" MPF (Silveira et al., 2008).

El agua electrolizada (AE) es un nuevo desinfectante para las industrias de procesado mínimo en fresco. Se produce por la electrólisis de una solución salina mediante la aplicación de un alto voltaje. Se ha estudiado el comportamiento microbiológico y nutricional del AE neutra, mezclada en un 50% con agua de red, logrando éxito en la desinfección de hortalizas foliáceas (Aguayo et al., 2008a).

El ozono (O<sub>3</sub>) puede ser muy importante en el lavado de productos MPF, al reducir la flora microbiana en la superficie de los alimentos. La solubilidad del O<sub>3</sub> depende de la temperatura, pureza y pH del medio. Los lavados de escarola MPF mediante duchas con agua ozonizada (0,4 ppm) incrementaron el efecto microbicida del O<sub>3</sub> frente al lavado por inmersión del producto (Aguayo et al., 2009a). En tomate "Thomas" cortado en cascotes y almacenados 10 días a 5°C se logró una notable reducción frente al testigo con los lavados ozonizados (3,8 ppm y 3 min) de 1,9; 1,6 y 0,7 unidades log en los recuentos de mesófilos, psicrotrofos y levaduras, respectivamente (Aguayo et al., 2005). También se ha comprobado que la conser-



**Conservación de granada procesada en fresco.**

vación de tomate MPF en O<sub>3</sub> gaseoso (4 ± 0,5 ppm O<sub>3</sub>; 30 min cada 3 h) proporcionó un aumento en el contenido de vitamina C (Aguayo et al., 2006a).

Surge también el interés por los tratamientos térmicos, con vapor o agua, para reducir los daños por frío, controlar el crecimiento microbiano y prolongar la vida poscosecha al retardar procesos vinculados a la madurez y la incidencia de podredumbres. En concreto, un baño con agua a 60°C durante 90 ó 120 s, seguido de un lavado en agua fría (5°C, 60 s) potenció el efecto antimicrobiano de 68 ppm de ácido peroxiacético en secciones trapezoidales de melón "Galia" MPF, sin agravar su ablandamiento (Silveira et al., 2007b).

Los productos MPF pueden sufrir desórdenes fisiológicos como el amarillamiento (brócoli), blanqueamiento (zanahorias), pardeamiento (lechuga, hinojo), ablandamiento, etc. que podrían reducirse con la aplicación de disoluciones de productos químicos que pueden incorporarse en el lavado o tras el enjuague. Para evitar el pardeamiento existen acidulantes (ácido cítrico), agentes reductores (ácido ascórbico), e incluso quelantes (pirofosfato de sodio). Gómez y Artés (2004) observaron en apio cortado en secciones que una solución de ácido ascórbico (0,5 M) y ácido acético (0,1M) tenía igual eficacia para reducir la flora microbiana que el lavado con 100 mg L<sup>-1</sup> NaClO. En rodajas de manzana, la aplicación de ascorbato cálcico al 12% redujo el pardeamiento tras 28 días a 4°C (Aguayo et al., 2009b). Estos baños pueden incluir la aplicación de películas comestibles que reducen las pérdidas de agua (deshidratación y ablandamiento) y protegen al producto del O<sub>2</sub>, retrasando el pardeamiento. Se han utilizado películas a base de calcio como puente de unión a las sustancias pécticas en la pared celular y lámina media (mejora la firmeza y disminuye el ablandamiento) y



**Tarrinas de granada.**

protegen la superficie cortada del pardeamiento. Además, el calcio puede inhibir la actividad de los enzimas que degradan la pared celular (Aguayo et al., 2008b). Este trabajo demostró que no todas las sales cálcicas presentan iguales beneficios para reducir el ablandamiento e inhibición microbiológica. Sales como CaCl<sub>2</sub>, junto con el propionato y lactato cálcico proporcionaron muy buenos resultados.

### Innovaciones previas al envasado

Antes del envasado conviene asegurar que no aumente la temperatura del producto, lo cual suele ser muy frecuente debido a las etapas de proceso por las que pasa el producto y resulta muy perjudicial en el comportamiento dentro del envase bajo AM. Se recomienda enfriar por aire frío forzado, con las debidas precauciones de no deshidratar al producto, o por aporte de nitrógeno líquido (Artés-Hernández y Artés, 2005), e incluso por combinaciones de aire frío y caliente.

Otra innovación tecnológica encaminada a preservar la calidad del producto vegetal durante su traslado desde el secado hasta el envasado es el empleo de la radiación UV-C. Esta emisión de luz en el UV tiene longitudes de onda de 190 a 280 nm, aunque aproximadamente el 95% de la energía UV emitida por las lámparas germicidas con presión de mercurio, que son las más habituales, emiten a una longitud de onda de 254 nm, que coincide con la efectividad germicida máxima. Se trata por tanto de una radiación no ionizante (tratamiento físico que no deja residuos) con efecto microbicida por dañar el ADN microbiano, llegando a causar la muerte celular, sin alterar la estructura de las células vegetales. Específicamente, la luz UV-C daña al ácido nucleico de los microorganismos, que forma los enlaces covalentes entre ciertas bases adyacentes en el ADN. La formación de tales enlaces previene al ADN de abrirse de la base



**Conocimiento y control.**

para la replicación, y el microorganismo es incapaz de reproducirse. Es un proceso simple, barato y requiere un coste de mantenimiento bajo. La eficacia de la radiación UV-C no parece depender de la temperatura en el rango de 5 a 37°C, pero sí de la incidencia de la radiación sobre el producto según su forma y superficie (Bintsis et al., 2000; Ben-Yehoshua y Mercier, 2005).

Lado y Yousef (2002) mostraron que la aplicación de 0,5 a 20 kJ m<sup>-2</sup> UV-C inhibió el crecimiento microbiano induciendo la formación de dímeros de pirimidina, los cuales distorsionan la doble hélice de ADN, bloqueando la replicación de la célula al mismo tiempo que se producían entrecruzamientos entre los dobles enlaces de los aminoácidos aromáticos. Sin embargo un exceso en la dosis de radiación UV-C puede alterar la permeabilidad de la pared celular aumentando la salida de electrolitos, amino ácidos y carbohidratos, que pueden derivar en un aumento del crecimiento microbiano (Allende et al., 2006; Artés-Hernández et al., 2009). Por tanto, se trata de encontrar dosis seguras que puedan inactivar el crecimiento microbiano sin producir daños al producto (Ben-Yehoshua y Mercier, 2005).

La eficiencia de la radiación UV-C en la inhibición del crecimiento microbiano in vitro fue demostrada hace años (Abshire and Dunton, 1981). Son más frecuentes los estudios in vivo, que además demuestran como su aplicación puede retrasar la maduración y deterioro de los productos vegetales aumentando su vida útil. Erkan et al. (2001) observaron que la luz UV-C redujo la contaminación microbiana y el deterioro de calabacín procesado en rodajas durante su almacenamiento a 5 ó 10°C. Civello et al. (2006) mostraron que la aplicación de 4 a 14 kJ UV-C m<sup>-2</sup> sobre floretes de brócoli retrasó el amarillamiento de las cabezuelas y la degradación de clorofilas durante su alma-



**Corte.**

cenamiento a 20°C al tiempo que encontraron un aumento en el contenido total en polifenoles y flavonoides y capacidad antioxidante total.

Igualmente se ha observado que diversos stresses abióticos, como la luz UV, pueden aumentar el contenido en compuestos bioactivos de diversas frutas y hortalizas, pudiéndolos convertir en alimentos funcionales, incluso nutraceuticos (Cisneros-Zevallos, 2003).

En lechuga "Hoja de roble" MPF se ha observado como la radiación UV-C aplicada por ambos lados, con dosis de 1,18; 2,37 y 7,11 kJm<sup>-2</sup>, fue eficaz para reducir la microflora natural causante de deterioro tras 10 días a 5°C, aunque 7,11 kJm<sup>-2</sup> provocó ablandamiento y pardeamiento de tejidos tras 7 días a 5°C (Allende et al., 2006). Estos resultados concuerdan con los previamente observados al radiar por un solo lado lechugas "Hoja de roble" y "Lollo rosso" tras 10 días a 5°C (Allende et al., 2003ab). También un pre-tratamiento de 2,27 kJ UV-C m<sup>-2</sup> redujo el recuento de microorganismos aerobios mesófilos y enterobacterias

**La aplicación de salas limpias o blancas (SB) como recinto técnicamente limpio, constituyen un procesado higiénico cuyo objetivo es controlar la contaminación del aire en áreas de trabajo, especialmente en el ambiente del envasado**

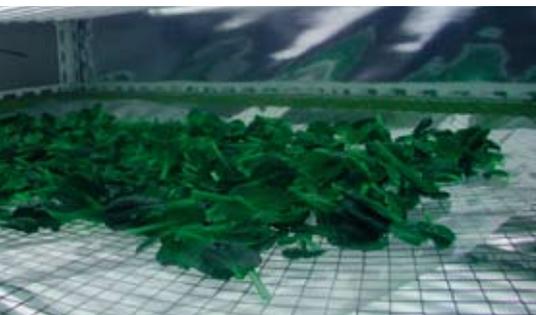


**Microbiología.**

en tiras de pimiento MPF, procedente de cultivo orgánico, tras 12 días a 5°C (Artés et al., 2006). Se observó igualmente como dosis de radiación moderadas (4,54 kJm<sup>-2</sup>), pueden disminuir la carga microbiana inicial en hortalizas de hojas (Artés-Hernández et al., 2009), preservando de este modo su calidad. Sin embargo se han encontrado efectos diferentes a los reseñados tras aplicar la radiación UV-C ya que un pre-tratamiento en arilos de granada MPF de 0,56 a 13,62 kJ m<sup>-2</sup> no controló sistemáticamente el crecimiento microbiano durante 15 días a 5°C y el crecimiento de hongos y levaduras no se vio afectado (López-Rubira et al., 2005). En este sentido, se observó cómo a pesar de que 4,54; 7,94 y 11,35 kJ UV-C m<sup>-2</sup> redujo la carga inicial de microorganismos mesófilos y psicrófilos en espinaca MPF, no se apreció un efecto residual en su crecimiento tras 6 y 13 días tanto a 5 como a 8°C (Artés-Hernández et al., 2009).

El empleo de 4,54 kJ·m<sup>-2</sup> UV-C como desinfección alternativa a 100 ppm NaClO redujo la carga microbiana y mantuvo la capacidad antioxidante y la calidad sensorial (apariciencia y sabor-aroma) global de Red Chard MPF mostrándose como una técnica sencilla de aplicar y respetuosa con el medio ambiente (Tomás-Callejas et al., 2008).

Al estudiar el efecto de la radiación UV-C sobre el producto vegetal entero tras una conservación frigorífica previa al procesado mínimo en fresco, se demostró que en pimientos de cultivo integrado, la exposición a 2,27 kJ UV-C m<sup>-2</sup> redujo la incidencia y severidad de podredumbres tras 3 semanas a 5°C (Artés et al., 2006). De igual manera un pre-tratamiento con 4 kJ UV-C m<sup>-2</sup> y su posterior conservación bajo una atmósfera controlada de 5 kPa O<sub>2</sub> + 1 kPa CO<sub>2</sub> durante 3 semanas a 12°C retardó la maduración de los mismos y mantuvo la firmeza y la calidad sensorial (Robles et al., 2007).



Tat soi UV-C y lavado de vegetales.

### Alternativas en el envasado

Es recomendable para mantener la calidad nutritiva y microbiológica de las frutas y hortalizas MPF la conservación entre 0 y 5°C en una atmósfera modificada de 1 a 8 kPa O<sub>2</sub> y 10 a 20 kPa CO<sub>2</sub> (Gorny 1997; Artés, 2000; Artés et al., 2006), aunque existe tecnología innovadora concurrente para realizar el envasado.

La aplicación de salas limpias o blancas (SB) como recinto técnicamente limpio, constituyen un procesado higiénico cuyo objetivo es controlar la contaminación del aire en áreas de trabajo, especialmente en el ambiente del envasado. Muy pocos trabajos se han realizados con SB para productos MPF y al aplicarla se ha reducido en 1 unidad log la población psicrotrofa inicial de arilos de granada MPF (Conesa et al., 2005). También fue un eficaz coadyuvante de la radiación UV-C, O<sub>3</sub> o NaClO para reducir la población microbiana final en melón Galia MPF (Silveira et al., 2006; Silveira et al., 2009) aunque no mostró beneficios al utilizarse de forma aislada.

Un tipo de envasado en AM (EAM) alternativo, aún no implantado a escala industrial, es mediante elevadas concentraciones de O<sub>2</sub> (superatmosféricas) entre 40 y 100 kPa. Estas atmósferas pueden inhibir el pardeamiento enzimático, evitar la fermentación y la pérdida de aro-

mas y reducir el crecimiento microbiano (Day, 2001). Diversos estudios analizan el efecto de estas atmósferas en la calidad de varios productos hortofrutícolas (Geysen et al., 2006; Conesa et al., 2007a,b; Escalona et al., 2007; Sánchez-Ballesta et al., 2007). Sin embargo, se trata de una práctica incipiente, que necesita mayor investigación. Se ha observado que la exposición de muchos productos a elevado O<sub>2</sub> estimula la respiración y la producción de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, mientras que en otros los reduce. Estos resultados dependen muchas veces del vegetal de que se trate, el estado de madurez, el nivel de O<sub>2</sub>, la duración y temperatura de almacenamiento y la concentración de CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> en la atmósfera (Kader y Ben-Yehoshua, 2000). En cuanto al efecto sobre los microorganismos, los resultados también han sido variables. Así, el alto O<sub>2</sub> inhibió muy levemente el crecimiento microbiano, mientras que una alta concentración de CO<sub>2</sub> lo redujo algo más. Sin embargo, la combinación de alto O<sub>2</sub> y entre 10 y 20 kPa de CO<sub>2</sub> produjo la mayor inhibición (Allende et al., 2004; Geysen et al., 2006; Conesa et al., 2007ab; Escalona et al., 2007). Sin embargo, en levaduras, el crecimiento puede verse estimulado o inhibido dependiendo de la especie y cepa (Van der Steen et al., 2003).

Varios factores explican el efecto tóxico de las atmósferas con alto O<sub>2</sub>. La mayoría de ellos se centran en su influencia negativa sobre el potencial de óxido-reducción celular, así como por oxidar algunas enzimas que poseen azufre en su estructura y por la acumulación de radicales libres (Kader y Ben-Yehoshua, 2000). Por otra parte, el alto CO<sub>2</sub> provoca una disminución del pH, tanto extra como intracelular, interfiriendo con el metabolismo de las células (Dixon y Kell, 1989). El efecto inhibitorio del CO<sub>2</sub> es más fuerte

El alto CO<sub>2</sub> provoca una disminución del pH, tanto extra como intracelular, interfiriendo con el metabolismo de las células



Planta Piloto GPR.

a menor temperatura, ya que aumenta su solubilidad. Existen pocos trabajos acerca de la influencia de las altas concentraciones de O<sub>2</sub> sobre el pardeamiento enzimático, si bien en estudios realizados in vitro se ha comprobado que inhibe la enzima polifenoloxidasas, principal responsable de esta alteración (Gómez et al., 2006). En esta línea se ha observado que 80 kPa O<sub>2</sub> + 20 kPa CO<sub>2</sub> redujo el pardeamiento de lechuga MPF almacenada 10 días a 5°C, comparada con el aire (Heimdal et al., 1995), aunque es conocido que la susceptibilidad al pardeamiento depende del cultivar (Day, 2001).

Se ha propuesto el empleo de gases no convencionales, como el argón (Ar), helio (He), xenón (Xe) u óxido nítrico (N<sub>2</sub>O), para mantener la calidad de varios productos MPF. De hecho, existe una patente registrada para el uso de Ar para mantener la calidad de fruta cortada (Powrie et al., 1990). Estos gases son por lo general químicamente inertes, pero pueden tener cierto efecto antimicrobiano y/o sobre la fisiología del vegetal (Gorny y Agar, 1998), sin afectar la actividad enzimática. Burg y Burg (1965) indicaron que las atmósferas enriquecidas con He o Ar pueden modificar la difusión del O<sub>2</sub> del CO<sub>2</sub> y del C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Las atmósferas con poco O<sub>2</sub> combinadas con alto Ar, He o N<sub>2</sub> tienen características difusivas diferentes ya que tanto el Ar como el He son monoatómicos y de menor tamaño que el diatómico N<sub>2</sub> (Jamie y Saltveit, 2002). Se ha reportado que un EAM enriquecido en Ar redujo el crecimiento microbiano y la pérdida de calidad tanto en brócoli como en lechuga (Day, 1996; Jamie y Saltveit, 2002). Recientemente Zhang et

al. (2008) mostrar resultados prometedores combinando Ar y Xe para prolongar la vida útil de espárragos, conservando su vitamina C y clorofila. Una atmósfera enriquecida en N<sub>2</sub>O fue más apropiada para reducir la tasa respiratoria en bulbos de cebolla incrementando el contenido de ácidos orgánicos y reduciendo el desarrollo de enfermedades (Benkeblia and Varoquaux, 2003). Una AC de 90 kPa N<sub>2</sub>O + 5 kPa CO<sub>2</sub> + 5 kPa O<sub>2</sub> mantuvo la calidad en rodajas de kiwi, evitando la pérdida de firmeza y el pardeamiento (Rocculi et al., 2005). Una AC de 98 kPa He + 2 kPa O<sub>2</sub> o combinada con moderado CO<sub>2</sub> (83 kPa He + 15 kPa CO<sub>2</sub> + 2 kPa O<sub>2</sub>) redujo el crecimiento microbiano y preservó la calidad nutricional de brotes de mizuna MPF durante 8 días a 5° C (Robles et al., 2009)

### Conclusiones

La información disponible sobre los efectos de las innovaciones tecnológicas aquí reseñadas en los productos MPF es todavía escasa y requiere de más investigación. Además, su implantación industrial para reemplazar la tecnología existente no es todavía fácil y requiere la puesta a punto en las instalaciones por técnicos especializados.



### Agradecimientos

Se agradece la financiación de los trabajos de investigación en esta línea a la Unión Europea (CRAFT Program Contracts SMT4-CT98-5530, QLK1-1999-707917 y OLK1-CT-2002-70791), al Ministerio de Educación y Ciencia (ALI-95-0001, ALI-98-1006, AGL2005-08189-C02-01/ALI y AGL2007-63861/ALI), a la Comunidad Autónoma de Murcia (SUE-OA 06/02-0008) y a la Fundación Séneca de la Región de Murcia (AGR/92, PS96/CA/d3, AGR/3/FS/02, 00553/PI/04). También se agradece a Repsol Petróleo S.A. (Madrid), Plásticos de Alzira, S.A. (Valencia), Primaflor SAT (Almería), Canarihorta (Las Palmas de Gran Canaria), Frutas Mira Hermanos S.L. (Alicante) y Kernel Export S.L., Frutas Esparza S.L., Perichán SAT y Pozosur S.L. (Murcia), los encargos de contratos de investigación y asistencia técnica en esta actividad industrial. Igualmente se agradece a los actuales y anteriores miembros del Grupo la participación en la obtención de resultados aquí publicados.

### Para saber más...

Puede encontrar la bibliografía y las referencias de este artículo en [www.horticom.com?73132](http://www.horticom.com?73132)  
[www.upct.es/gpostref](http://www.upct.es/gpostref)



De izq. a der.:  
**Francisco Artés-Hernández,  
Encarna Aguayo, Francisco Artés  
y Perla Gómez**

Las investigaciones del Grupo de Postcosección y Refrigeración estudian las innovaciones en la tecnología postcosecha hortofrutícola para lograr la mejor calidad (sensorial, química y microbiológica) y seguridad global. Su oferta tecnológica consiste en optimizar técnicas de aplicación del frío, incluyendo el diseño de instalaciones industriales (prototipos y plantas completas) de manipulación-confeción y de procesado mínimo en cuarta y quinta gama; regulación de la maduración; conservación en atmósferas controladas y modificadas mediante envases plásticos para frutos individuales, tarrinas, cajas, palox y palets para productos enteros y mínimamente procesados; diseño y elaboración de nuevos alimentos funcionales y de cuarta y quinta gama mediante técnicas emergentes y sostenibles; revalorización de subproductos del procesado en fresco y la identificación de genes útiles para mejorar la calidad.

Entre sus desarrollos innovadores prácticos destacan los de tecnologías postcosecha (atmósferas controladas y modificadas, tratamientos modulados térmicos y gaseosos y cuarentenarios, inhibidores del etileno, desverdización y maduración acelerada) para cítricos, fruta de hueso, uva de mesa, granada, tomate, lechuga, alcachofa, melón, sandía, pimiento, brócoli, apio, hinojo y colirrábano, entre otros; optimización del tratamiento de cítricos para su exportación a EE.UU.; calidad postcosecha de cultivos sin suelo y de producción integrada, orgánica y biológica. Ha ideado técnicas emergentes en el procesado mínimo (ozono, UV-C, salas blancas, compuestos naturales, etc) de lechugas convencionales y pigmentadas, brotes foliáceos, escarola, melón, tomate, granada, pepino, sandía, haba, alcachofa, espinaca, rúcula, canónigos, verdolaga y colleja, innovando la elaboración de frutas y hortalizas mínimamente procesadas en cuarta y quinta gama, y ha identificado en melón genes responsables del aroma y otras preferencias del consumidor. También diseña proyectos innovadores de instalaciones frigoríficas polivalentes y de plantas industriales y piloto de procesado de hortalizas en cuarta y quinta gama.

**el semanal**  
de Horticultura

revista digital  
**gratuita** para imprimir

Descargar   
Imprimir   
Leer

Adobe

Información actualizada sobre la **industria y el comercio hortícola**: frutas, hortalizas, flores y plantas de vivero, el sector de la bricojardinería, construcción del paisaje y urbanismo.

Para recibir aviso de publicación [www.horticom.com/elsemanal](http://www.horticom.com/elsemanal)

granGusto®



*gusta la differenza!*

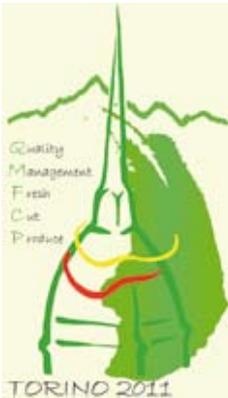
# Alimentos cómodos de utilizar



Silvana Nicola

Coordinadora y Presidenta del Comité Organizador

Traducción, Jorge Luis Alonso



La ISHS organiza una segunda conferencia sobre Manejo de la Calidad de Productos Frescos Pre-cortados en Turín.

**E**n nombre de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortofrutícolas (ISHS, de las siglas International Society of Horticultural Science), la Universidad de Turín se complace en invitar a investigadores interesados en productos frescos pre-cortados, a la Segunda Conferencia Internacional sobre Manejo de la Calidad de Productos Frescos Pre-cortados: Alimentación conveniente para una vida de buen gusto.

Las frutas y hortalizas frescas pre-cortadas representan un sector de la alimentación con rápida expansión y de mucho interés para productores, procesadores, minoristas y consumidores. En los últimos años, la demanda de los consumidores por frutas y hortalizas disminuyó en Europa, pero en cambio aumentó la de los productos “listos para comer”, cuyas ventas se han incrementado. Es uno de los sectores que más rápidamente ha crecido en el mercado de frutas y hortalizas de la región.

Casi todos los días entran nuevos productos al mercado, aprovechando el potencial de utilización de las frutas y hortalizas como “alimentos convenientes”. La innovación es clave para la competitividad del sector y la reciente introducción de nuevos procesos (corte de fruta fresca, batidos, sopas, puré de papa) muestra su gran potencial para los negocios. Las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) acompañan en todo momento a los productores de materias primas, la industria de procesamiento, las tiendas de comestibles y el servicio de alimentos, con el fin de investigar nuevos hallazgos, analizar y abordar necesidades y aumentar los conocimientos.

La conferencia desea reunir a investigadores, expertos, profesionales de la industria hortofrutícola, partes interesadas, empresas públicas y privadas, y en general, a grupos interesados por compartir sus conocimientos, intercambiar información e interactuar en un evento de cuatro días. Son bienvenidos los nuevos conocimientos en material genético y genómica;

condiciones del cultivo; fisiología; recolección, manipulación, almacenamiento y transporte; procesamiento y embalaje; biotecnología; automatización y logística: economía y comercialización; comercio minorista; calidad y seguridad en la cadena agroalimentaria; sistemas de seguimiento; reglamentos y certificaciones y percepción de los consumidores y demanda. Pueden ser sugeridos otros temas.

Las sesiones científicas se acompañarán de sesiones técnicas de interacción e intercambio de enfoques, necesidades, ideas y conclusiones. Durante la conferencia se prevé una exposición de empresas comerciales así como una gira técnica.

La sede del evento será Turín, primer capital de Italia y sede de los Juegos Olímpicos de Invierno de 2006, y se realizará durante la celebración del 150 aniversario de la creación del estado italiano. Italia es uno de los países claves en la industria mundial de productos frescos pre-cortados; su oferta y calidad están ampliamente reconocidas. Torino es una ciudad histórica con estilo de vida moderno y multicultural. Es la capital de Piamonte, región rodeada de hermosas montañas, donde usted puede pasar sus vacaciones, antes o después de la conferencia. Piamonte es una zona líder en Italia por su sector agroalimentario. Además de la extensa producción hortofrutícola, es la sede de procesadoras de chocolate y empresas productores de café.

La Sociedad Internacional de Ciencia Hortofrutícola (ISHS) es una organización mundial que acoge a más de 7.000 investigadores en representación de unos 150 países. La ISHS facilita la cooperación y la transferencia de conocimientos a escala mundial, a través de simposios, congresos y publicaciones científicas. La primera conferencia internacional sobre calidad de productos frescos pre-cortados se celebró en Tailandia en 2007 y fue un gran éxito. Deseo que la segunda conferencia sea una oportunidad para que todos adquieran nuevos conocimientos y hagan contactos con pares de todo el mundo.

Espero contar con su presencia en Turín como participante de la reunión.





**Ramón  
Catalá, Pilar  
Hernández-  
Muñoz, Gracia  
López-Carballo,  
Rafael Gavara**

*Instituto de Agroquímica  
y Tecnología de  
Alimentos. CSIC  
rcatala@iata.csic.es*

# Materiales para el envasado de frutas y hortalizas con tratamientos mínimos

La manipulación de la atmósfera de envasado, crea el concepto de envase activo que actúa para mantener e incluso aumentar la vida útil del alimento.

El envasado es una de las principales tecnologías para reducir o ralentizar el deterioro físico, químico o microbiológico que tiene lugar en mayor o menor medida en las sucesivas manipulaciones a que se ven sometidos desde el momento de la recolección hasta su consumo.

Se dispone en la actualidad de una amplia gama de envases de diferentes materiales con características adecuadas para cubrir la diversidad de demandas específicas que plantean las sucesivas fases de la manipulación, transporte, almacenamiento y comercialización de frutas y hortalizas. Los materiales tradicionales como la madera, el cartón o las fibras naturales siguen teniendo un amplio uso, pero día a día crece la utilización de materiales plásticos que sustituyen a los materiales convencionales para muchos usos, tanto más al posibilitar el desarrollo de nuevos envases y tecnologías de envasado para dar respuestas a las continuas y crecientes demandas de los consumidores de productos frescos o con tratamientos mínimos, con las máximas garantías de seguridad y calidad.

Aun con el concurso del envasado y la refrigeración la vida útil de las frutas y hortalizas frescas no va más allá de unos pocos días. Con la modificación de la atmósfera del producto envasado, se puede reducir el crecimiento microbiano, así como la velocidad de las reacciones químicas internas o el intercambio con el medio que pueden llevar a la alteración y/o pérdida de calidad de los alimentos. De esta forma, la tecnología de envasado en atmósfera modificada proporciona un método efectivo y de relativo bajo coste para extender la vida útil de frutas y hor-



talizas frescas o con tratamientos mínimos con garantía de calidad y seguridad.

Aunque el envasado en atmósfera modificada y la reducción de la temperatura retrasan el deterioro de las frutas y hortalizas frescas, no siempre es suficiente para mantener su calidad durante el periodo de comercialización que sería deseable. Como alternativa emergente se está promoviendo el uso de recubrimientos y tecnologías de envasado activo que están encontrando creciente éxito para algunos productos.

En estas notas se comenta la situación actual y los avances en las tecnolo-

gías de envasado en atmósfera modificada y de envasado activo para la comercialización de frutas y hortalizas.

## Envasado en atmósfera modificada

La tecnología de envasado en atmósfera modificada (MAP) implica el reemplazo del aire atmosférico por una mezcla de gases, generalmente  $N_2$ ,  $O_2$  y  $CO_2$ , para lograr la reducción de la velocidad de respiración, la actividad metabólica y la pérdida de humedad del producto y la reducción o prevención del crecimiento microbiano, así como la protección de

los daños mecánicos que pueden sufrir durante la manipulación comercial hasta el consumo. En la práctica industrial el envasado en atmósfera modificada plantea exigencias específicas para cada producto y condiciones de comercialización, ya que el efecto de la composición atmosférica no es igual para todos los productos hortofrutícolas y condiciones de trabajo.

Para la elección del envase adecuado hay que tener en cuenta básicamente sus propiedades barrera frente a los diferentes gases y vapores, ya que la atmósfera que se genera naturalmente en el envase tras el cerrado es el resultado del balance entre el consumo y la producción de los gases por el producto, junto con la difusión de éstos a través del material de envase. Para el envasado de productos vegetales con altas tasas de respiración es más conveniente utilizar aire como atmósfera inicial ya que su composición se ve alterada rápidamente por el



consumo de O<sub>2</sub> y consiguiente generación de CO<sub>2</sub>, alcanzándose eventualmente, según la temperatura y la transmisión de los gases por el material de envase, un estado estacionario, o atmósfera modificada en equilibrio (EMAP), que debe adaptarse al máximo a las condiciones necesarias para la mejor conservación del producto.

La composición óptima de equilibrio en vegetales frescos varía de acuerdo con la especie, su estado de madurez, temperatura y condiciones de almacenamiento. En general, la cantidad de O<sub>2</sub> está por debajo de la composición del aire, siempre dependiendo del producto, pero nunca debe ser inferior al 1% para evitar procesos de respiración anaerobia y el desarrollo de microorganismos anaerobios, mientras que la cantidad

## Producto autorizado<sup>(\*)</sup> para la higienización del agua de lavado de frutos y otras aplicaciones en campo

### OxyPure-902 DW-50

Peróxido de Hidrógeno al 50% (estabilizado)

Fabricado por: **FMC Foret**

Único poseedor en España de la Clave 31 para la fabricación de Peróxido de Hidrógeno

- Previene la aparición de hongos y bacterias que producen una disminución de la vida poscosecha
- Larga persistencia
- No altera las propiedades organolépticas
- No corrosivo a dosis de uso
- Alta estabilidad y eficacia en un amplio rango de pH y temperatura
- Eficaz en presencia de materia orgánica



RENTABLE  
DESDE  
LA PRIMERA  
GOTA

**Alarga la vida poscosecha<sup>(\*\*)</sup>**

**No genera subproductos**

**Minimiza el problema de rajados en tomate**

(\*) Producto conforme a la UNE-EN 902:2000 en cumplimiento del R.D. 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y de la Orl. SICO/3719/2005 del 21 de noviembre de 2005, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. Nº Reg.Sanitario para la fabricación y/o elaboración y/o transformación de productos para el tratamiento de aguas: 31-002472/2.  
(\*\*) Protocolos validados en investigadores desanpladas con la colaboración del Departamento Producción Vegetal de la Universidad de Almería (UAL).

CENTRO DE ESTUDIOS DE  
**BIOSEGURIDAD | CEBE**

Zaragoza, 8 local ■ 04716 Las Norias - ALMERÍA  
Julio López, 14 bajo ■ 28002 MADRID  
info@cebe.es - www.cebe.es

Atención al cliente **950 606 804**

de CO<sub>2</sub> es frecuentemente alta, para suprimir la síntesis del etileno y el crecimiento microbiano. Estos dos objetivos se consiguen por la selección del polímero con la adecuada permeabilidad a los gases. A partir del conocimiento de las tasas de respiración del producto en diferentes condiciones y haciendo uso de las ecuaciones de transferencia de masa en los materiales poliméricos es posible seleccionar el material de acuerdo con las condiciones de conservación y vida útil deseadas (Catalá y Gavara, 2000).

Se comercializan materiales plásticos con un amplio rango de permeabilidades con los que conseguir el equilibrio atmosférico, siendo los más comunes el LDPE y el PVC flexible, así como PS, PP y PET. Se han desarrollado modificaciones de algunos materiales con permeabilidades selectivas a los diferentes gases, con objeto de controlar su intercambio y alcanzar así la tasa de respiración adecuada del producto envasado; en general, los plásticos convencionales presentan permeabilidades al CO<sub>2</sub> entorno a cuatro veces superior con respecto al O<sub>2</sub>. También para productos con altas tasas de respiración como fresas, brécol, espárragos, champiñones, etc. que requieren un elevado intercambio de gases, se han desarrollado materiales con alta permeabilidad al O<sub>2</sub>, en rango de 500 a 1000 cc.mm/m<sup>2</sup>.dia. atm, con polietilenos metalocénicos que, además, presentan una claridad mejorada y baja temperatura necesaria para iniciar el termosellado.

Para muchos usos se requiere un intercambio gaseoso a través del material de envase aun mayor del que puede obtenerse con los polímeros convencionales. Una alternativa cada día mas utilizada es el uso de materiales microporosos o microporados. Se pueden obtener filmes microporosos incluyendo materiales cerámicos finamente divididos, tales como zeolitas, CaCO<sub>3</sub> ó SiO<sub>2</sub> en la estructura del polímero. Seleccionando la cantidad y diámetro de los poros, puede controlarse en el interior del envase la concentración de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, y etileno, previniendo así la acumulación de gas en el espacio de cabeza; FreshHold (River Ranch Fresh Food, CA-EE.UU.), es un ejemplo de material comercial con microporos creados por difusión de CaCO<sub>3</sub> en el polímero, que puede aplicarse como etiqueta ajustada a una abertura en la tapa flexible de una bandeja y permite alargar hasta tres semanas la vida útil de vegetales frescos con altas ta-

sas de respiración. Mayor intercambio gaseoso se consigue con los materiales microporados mecánicamente o por aplicación de láser, con tamaños de poro de 50-250 µm, en los que la relación transferencia O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> es de 1/1. Para la correcta aplicación de estos materiales puede hacerse una adecuada selección del número y tamaño de los poros mediante ecuaciones modelo de transferencia de masa en sistemas porosos (Del Valle et al., 2003); el P-Plus (Amcor Ltd., Gran Bretaña) es uno de los materiales comerciales ampliamente introducido para aumentar la vida útil para ensaladas, vegetales y frutas.

Una alternativa cada día más extendida es el uso de materiales biopoliméricos, procedentes de fuentes renovables, tanto en forma de filmes o como recubrimientos comestibles, que pueden proporcionar permeabilidad selectiva para CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, así como a la humedad. Algunos de éstos, basados en proteínas y polisacáridos proporcionan alta relación de permeabilidades CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> y, por tanto, permiten mantener una baja concentración de O<sub>2</sub> e impedir el daño por el excesivo CO<sub>2</sub>. Se están aplicando filmes comestibles para frutas enteras o cortadas con base almidón, ésteres de celulosa o quitosano. Bandejas rígidas y bolsas flexibles de PLA (NaturWorks-INGEO, Irlanda) se están comercializando en Europa para vegetales de ensalada y frutas cortadas.

Se están desarrollando nuevos materiales capaces de ajustar la transferencia de gases a las necesidades propias del producto envasado. Un buen ejemplo son

Algunas frutas y verduras presentan tasas de respiración altas, que generan en el interior del envase concentraciones de CO<sub>2</sub> excesivas con la consiguiente aparición de olores anómalos, cambios de color, rotura de tejidos, etc.

los polímeros que modifican su permeabilidad en función de los cambios de temperatura, al producirse una transformación reversible de estado cristalino a amorfo en su matriz polimérica a partir de una temperatura dada. Estos materiales permiten compensar los cambios en la atmósfera interior del envase que pueden producirse por los cambios en el metabolismo de los vegetales a consecuencia de las fluctuaciones de la temperatura durante el almacenamiento y distribución. Intelimer (Landec Corp. CA, EE.UU.) es un material de envasado que permite alcanzar cantidades muy bajas de oxígeno en el interior del envase sin llegar a desarrollar condiciones anaeróbicas, mediante cambios en las tasas de transmisión gaseosa por aumento/disminución de la temperatura.

### Tecnologías de envasado activo

Como es bien conocido, durante el almacenamiento de productos vegetales en atmósfera modificada se generan o consumen gases como oxígeno, dióxido de carbono, etileno, etc., pues bien, con la introducción en el envase de ciertas sustancias que eliminen o generen estos gases y el control de la permeabilidad del material de envase, puede mantenerse la atmósfera adecuada para la mejor conservación del alimento envasado. Esta manipulación de la atmósfera de envasado nos lleva al concepto de envasado activo o envasado con envases activos.

Se entiende como envase activo un sistema alimento/envase/entorno que actúa de forma coordinada para mejorar la salubridad y la calidad del alimento envasado y aumentar su vida útil. Esta definición amplía el concepto de envase que pasa de ser un mero contenedor –envase pasivo- a desempeñar un papel activo en el mantenimiento o incluso mejora de la calidad del alimento envasado. Realmente, el envase corrige las deficiencias del sistema de conservación, con diversas formas de actuación, bien sobre la composición de la atmósfera interior mediante materiales selectivos o sustancias que emiten o retienen gases y vapores, o bien modifican la composición y/o características del alimento, liberando sustancias de acción positiva sobre el alimento o absorbiendo/reteniendo componentes indeseables.

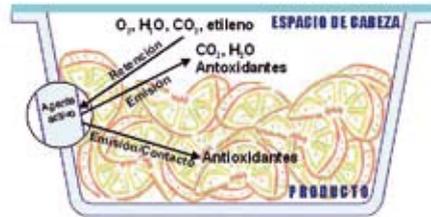
Se han desarrollado envases activos para el control de diferentes problemas de deterioro o alteración de la calidad de los alimentos. Para el envasado de frutas y hortalizas están encontrando aplicación

de sistemas activos para el control de la atmósfera de envasado o de la contaminación microbiológica (figura 1). Una amplia revisión de sistemas activos comerciales puede verse en Almenar et al. (2006).

La aplicación de absorbedores de oxígeno es una de las mejores formas de control directo del oxígeno presente en el espacio de cabeza del envase. La presencia de altos niveles de  $O_2$  da lugar al crecimiento de microorganismos, desarrollo de olores y sabores anómalos, cambios de color y pérdidas nutricionales, causando en conjunto la reducción de la vida útil del producto envasado. La disminución del oxígeno a niveles lo más bajos posibles, sin llegar a la glicólisis anaerobia, implica la reducción de la tasa de respiración del producto, retrasa la contaminación microbiológica, la maduración y la senescencia de los productos hortofrutícolas.

El uso de sistemas absorbedores de oxígeno en combinación con la tecnología de envasado en atmósfera modificada, puede dar excelentes resultados para el

**Figura 1:**  
**Tecnologías de envases activos de aplicación para frutas y hortalizas.**



envasado de frutas y verduras, ya que consigue reducirlo a niveles muy bajos (incluso  $<0.01\%$ ), imposibles de alcanzar en las líneas de envasado por aplicación de vacío o incorporación de gases. Las tecnologías de absorción de oxígeno se basan en la oxidación de compuestos como polvo de hierro, ácido ascórbico, dienos fotosensibles, enzimas (glucosa oxidasa y etanol oxidasa), ácidos grasos insaturados,  $H_2$ -paladio, etc., materiales normalmente combinados e introducidos en bolsitas

de un material permeable al oxígeno. Los sistemas basados en polvo de hierro mezclado con ácido ascórbico o enzimas son los más utilizados. Este polvo de hierro, en función de su cantidad, absorbe entre 5 y 2000 mL de  $O_2$ , siendo más efectivo en combinación con materiales de envasado de buena barrera al oxígeno, que evitan su saturación y pérdida de eficacia. Todos estos compuestos también pueden encontrarse en el mercado en forma de sobres y etiquetas adhesivas, o lacados, dispersos, embebidos o inmovilizados en el propio material de envasado (usualmente en una de las capas de los complejos), siendo éstos últimos los más aceptados por el consumidor, además de eliminar riesgos de rotura accidental o ingestión de contenido presentados por las bolsas. Sistemas comerciales bien introducidos son, entre otros, Darfresh® (Cryovac, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, EE.UU.), Flavaloc™ Fresh (Garwood Packaging Inc., EE.UU.); FreshPax™ (Multisorb Technologies, EE.UU.), Freshmax® Labels (Multisorb Technologies, EE.UU.), Freshlizer® (Toppan Printing, Japón).



## DA-Meter

### Medidor de maduración no destructivo para frutas

El DA-Meter puede usarse en pleno campo para determinar el momento óptimo de recolección; en almacén, para establecer la mejor estrategia de conservación y de gestión de la fruta; y en el punto de venta de la distribución, para evaluar cuál será la duración de la vida poscosecha y ofrecer frutos con una maduración homogénea.

**Para más información, contactar:**  
 T.R. Turoni srl - Vía Copernico 26  
 47100 Forlì - Italia  
 Tel. +39 0543 724848 - Fax +39 0543 774670  
 e-mail: info@trsnc.com - www.trsn.com

DA-Meter



Sistemas emisores/absorbedores de dióxido de carbono encuentran aplicación para el control del CO<sub>2</sub> en la atmósfera de envasado. El aumento de la cantidad de CO<sub>2</sub> en el interior del envase resulta muy beneficioso para prolongar la vida útil de determinadas frutas y verduras, dado el retraso de su respiración, reducción de cambios de color, aumentos de textura y retraso del desarrollo de bacterias, mohos y levaduras. La emisión de cantidades de dióxido de carbono del 20 % o más, lleva a supresión del crecimiento microbiano, además de evitar el colapso del envase o un vacío parcial causado por el consumo de O<sub>2</sub>, dada la alta tasa de respiración del producto hortofrutícola o el uso de un absorbedor de O<sub>2</sub>.

Mediante la utilización de sobres con bicarbonato sódico se consigue generar el CO<sub>2</sub> necesario para controlar la respiración del producto. Estos sobres suelen prepararse con materiales sintéticos altamente impermeables al CO<sub>2</sub> como el PVdC. En ocasiones se emplean los sobres con una doble función, es decir, la emisión del dióxido de carbono se acompaña de la absorción de oxígeno mediante el uso de carbonato ferroso o la mezcla de ácido ascórbico y bicarbonato sódico. Comercialmente se encuentran sobres de doble función como los producidos por Ageless® (Mitsubishi Gas Chemical, Japón) y Freshmax® (Multisorb Technologies, EE.UU.).

Algunas frutas y verduras presentan tasas de respiración altas, que generan en el interior del envase concentraciones de CO<sub>2</sub> excesivas con la consiguiente aparición de olores anómalos, cambios de

color, rotura de tejidos, etc. Para reducir estos niveles del gas se utilizan absorbedores de CO<sub>2</sub>, cuyo agente activo es el hidróxido cálcico o el carbón activo.

También la humedad en los productos hortofrutícolas envasados puede ser objeto de control activo con el uso de controladores de humedad. Como consecuencia de la transpiración del producto se genera en el interior del envase una acumulación de vapor de agua que, dependiendo del producto, puede desarrollar cambios no deseados como endurecimiento por desecación, absorción de humedad en la superficie, generación y acumulación de agua líquida, y condensación sobre el material de envasado, con el consiguiente efecto en la presentación del producto que puede llevar a rechazo por parte del consumidor.

Se han desarrollado diferentes sistemas para controlar los inconvenientes asociados a la transpiración de frutas y hortalizas. Con materiales desecantes, como gel de sílice, óxido de calcio, cloruro cálcico, arcillas naturales y almidón modificado, se consigue la disminución del contenido acuoso superficial de los productos, controlando así el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias. Son aplicaciones comerciales bolsitas desecantes como Tyvek, Natrasorb, Minipax, Strippax, DesiPak, DesiView (United Desiccant, EE.UU.), Sorb-it, Trisorb® (Multisorb Technologies Inc., EE.UU.). También se han desarrollado materiales que básicamente consisten en un polímero superabsorbente localizado entre dos capas de polímero microporoso, siendo las sales de poliácido y los copolímeros de almidón los más utilizados. Estos disposi-

tivos se suelen colocar en las bandejas de comercialización del producto fresco.

También, la aplicación de recubrimientos comestibles sobre frutas y hortalizas permite regular la transpiración del producto afectando, por tanto, a la fase vapor generada en el envase. Aunque tradicionalmente se empleaban ceras para evitar la deshidratación de estos productos, actualmente existe una gran variedad de formulaciones basadas en proteínas, polisacáridos o mezclas que están siendo empleadas con éxito.

Para evitar la condensación de la humedad sobre el material de envase y la formación de gotas, se incorporan a la resina del polímero antes de su extrusión aditivos antivaho tales como etoxilatos no iónicos o monoglicéridos. Estos aditivos disminuyen la tensión interfacial entre polímero y agua condensada, logrando que las gotas condensen en la superficie del plástico hasta que finalmente se unen formando una fina película continua. Esto permite al consumidor ver claramente a través del material el contenido del envase, aunque no influye en el producto por no afectar a la cantidad de agua líquida del interior del envase. En el mercado con tal fin aparecen, entre otros, Atmer (Uniquema and Ciba Specialty Chemicals, London, Gran Bretaña) y Techspere (Techmer PM, EE.UU.).

Pero, sin duda, la tecnología de envasado activo que recibe la mayor atención es el envase activo antimicrobiano. Como es bien sabido, el desarrollo de microorganismos es la principal causa de deterioro de los productos hortofrutícolas frescos. Las frutas y hortalizas procedentes del campo pueden presentar contaminación por esporas y microorganismos que permanecen en estado latente hasta que las condiciones del medio (humedad, O<sub>2</sub>, temperatura) son las favorables para su desarrollo. Para su control, se utilizan habitualmente diferentes sustancias antimicrobianas, aplicadas directamente sobre el producto, como complemento o alternativa a las técnicas físico-químicas de conservación. No obstante, la aplicación directa de éstos sobre la superficie del producto mediante pulverización o inmersión puede ser poco efectiva, ya que el agente ejerce un efecto limitado sobre la microbiota superficial debido a su rápida difusión al interior del producto. La incorporación de las sustancias antimicrobianas al envase puede ser, sin duda, una alternativa para mantener su actividad de

forma efectiva. Las aplicaciones potenciales de los envases activos antimicrobianos les han hecho objeto de gran atención por parte de muchos grupos de investigación, y ya hay desarrollados diferentes sistemas comerciales para la conservación de diferentes alimentos.

La acción antimicrobiana en los envases activos puede estar basada en la emisión de sustancias volátiles al espacio de cabeza del envase o en la migración del componente activo del material de envase al alimento envasado; los polímeros antimicrobianos permiten una lenta liberación de sustancias bactericidas, fungicidas o aditivos antimicrobianos compatibles con los alimentos. Otra opción es la inmovilización química o física del agente activo en el material de envase, de forma que ejerza su acción por contacto directo del producto con la superficie del envase. Asimismo, existen polímeros que presentan por sí mismos capacidad antimicrobiana, como es el caso del quitosano o capacidad antimicrobiana creada por la modificación de la superficie, como son algunas poliamidas tratadas por irradiación.

Las sustancias volátiles antimicrobianas comunes como SO<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub> o etanol incorporadas al material de envase permiten controlar el crecimiento de hongos y bacterias; el SO<sub>2</sub>, incorporado al material como metabisulfito, es el más utilizado por su efectividad frente al crecimiento de mohos en frutas. Otros compuestos volátiles que han recibido atención son algunos componentes de alimentos. Compuestos como el hexanal, 1-hexenol, benzoato de metilo, 2-nonanona, entre otros componentes de algunos aromas de alimentos, inhiben el crecimiento de hongos; la 2-nonanona, volátil propio del aroma de la fresa, muestra propiedades fungistáticas que aumentan la vida útil de fresas y manzanas.

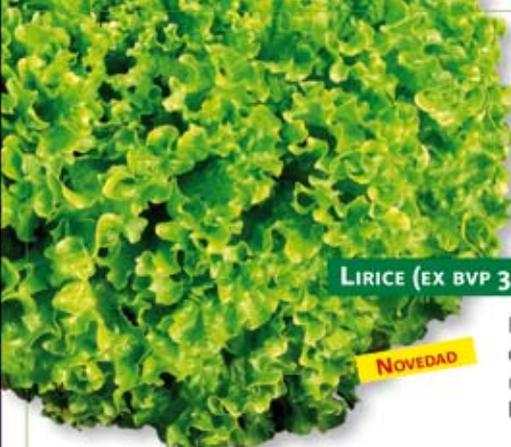
Un amplio número de sustancias no volátiles de acción antimicrobiana pueden incorporarse a materiales poliméricos formando parte como componentes de los mismos, de donde pueden migrar al alimento envasado, o bien inmovilizando la sustancia activa sobre el material de envase, de forma que la acción se ejerza por contacto del producto envasado. Son

muchas las sustancias antimicrobianas estudiadas: ácidos orgánicos débiles -acético, benzoico, sórbico, cítrico, propiónico, entre otros, o sus sales; enzimas -lisozyma, glucosa oxidasa-; bacteriocinas -nisina, pediocina-; fungicidas sintéticos -imazalil-; metales -plata, cobre, zirconio-; extractos naturales de plantas -romero, tomillo, orégano, etc. En general, los materiales desarrollados utilizan como base polímeros sintéticos convencionales, mayoritariamente poliolefinas, pero actualmente hay un interés creciente en la utilización de biopolímeros. Biopolímeros basados en polisacáridos como celulosa y derivados, almidón, alginatos, carragenatos y quitosanos, y también derivados de proteínas como zeína de maíz, gluten de trigo, caseína, aislados de soja o colágeno y gelatina, entre otros, han sido base para el desarrollo de biopolímeros activos antimicrobianos.

**Para saber más...**

En [www.horticom.com?73170](http://www.horticom.com?73170) se puede encontrar la bibliografía y referencias utilizadas para este artículo.

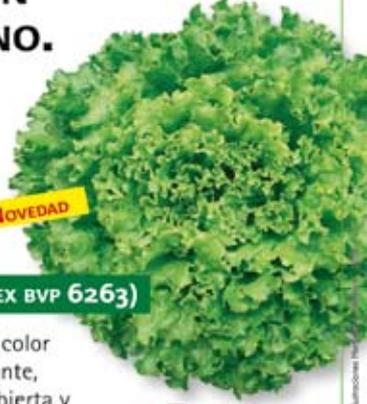
## LECHUGAS VILMORIN, LA NUEVA GENERACIÓN DE PRIMAVERA/VERANO.



**LIRICE (EX BVP 30173)**

**NOVEDAD**

Batavia de tipología abierta, color verde claro mate y tacto muy suave.  
HR : BI:1-26 / Nr:0



**ABBICE (EX BVP 6263)**

**NOVEDAD**

Batavia de color verde brillante, tipología abierta y base muy bien cerrada.  
HR : BI:1-26 / Nr:0  
IR : LMV:0



**PITICE**

Plasticidad y rendimiento.  
HR : BI:1-26 / Nr:0



**COMICE**

Presentación comercial y peso.  
HR : BI:1-26



**NYPHEA**

Verde rubio y productividad.  
HR : BI:1-25 / Nr:0



**www.vilmorin.com**

Vilmorin Iberica S.A. - C/. Joaquín Orozco, 17 bajo  
03006 ALICANTE - ESPAÑA  
tel : 902 19 34 36 - fax : 96 592 20 44  
E-mail : ibericalicante@vilmorin.es

Responsables comerciales:  
Zona Norte - Pedro Pesquera : 649 47 33 78  
Zona Nordeste - Jaime Velilla : 616 93 11 87

**JUNTOS INNOVAMOS PARA VOSOTROS**



POO

ORGANIC

ORGANIC

ORGANIC

Man in white shirt and blue strap, looking at produce.

Man in brown shirt working behind the counter.

Large display of green kiwifruit and yellow lemons.

Bunches of ripe red bananas.

Packages of kiwifruit with labels that read 'GREEN KIWI FRUIT'.

Mesh bags of green kiwifruit.

# Los avances poscosecha y la globalización



José  
**Álvarez  
Ramos**



jalram@telefonica.net

Es provechoso indagar en la evolución favorable que el envasado y transporte de las frutas y hortalizas han conseguido desde hace años hasta hoy en día.

**U**no de los principales objetivos de la globalización en el sector hortofrutícola es que los operadores que comercializan en destino, puedan disponer de la mayor oferta posible de estos productos para hacerlos llegar a los consumidores, incluyendo una amplia gama de las distintas especies y durante el más largo periodo de tiempo posible.

Para conseguir ese objetivo se necesita combinar la producción en sus tres modalidades: cultivo forzado (invernadero) + cultivo al aire libre en estación (temporada) + cultivo de contraestación (estación cambiada en el otro hemisferio). A lo anterior habría que añadirle el transporte refrigerado y la conservación y distribución frigorífica en destino. Con un uso inteligente de los elementos anteriores se ha conseguido que muchos productos hortofrutícolas estén disponibles para el consumidor durante todos los días del año. Esto ha sido posible, sin duda, gracias a importantes logros tecnológicos que se han desarrollado a lo largo de muchos años en el manejo de la cadena comercializadora de productos que, hay que tener siempre presente, son perecederos.

Si se tuvieran que destacar algunos de los principales hitos que han permitido estos avances habría que citar el transporte, primero mediante la utilización del barco desde tiempo inmemorial y posteriormente el ferrocarril y el camión. El hecho más importante, en mi opinión, que supuso la revolución del manejo poscosecha fue la introducción de la caja de cartón de 40 libras (18,14 kgs), en el empaquetado del plátano en la "zona dólar" por las multinacionales bananeras, hace más de 60 años y que se sigue utilizando todavía. El plátano era una fruta muy delicada y frágil para la manipulación y con la caja se evitaba el deterioro del producto.

El empaquetado se extendió con el tiempo al resto de las frutas y hortalizas y junto a la introducción de transporte refrigerado en barco y

camión, supuso el paso definitivo para el inicio de la globalización, cuando este término aún no se conocía ni usaba como tal en ningún sector. Se puede afirmar que el sector de perecederos fue pionero en conseguir colocar sus productos en los principales puertos de destino hace más de medio siglo de la mano de las multinacionales bananeras. El palet siguió a la caja de cartón con la preparación de bloques de unas 50 cajas (del orden de 1 tonelada, dependiendo del producto), que permitió facilitar las labores de carga y descarga.

Otro hito importante ha sido la introducción del contenedor frigorífico (reefer container) en los años 80 del siglo pasado. Ha facilitado que los pequeños productores de cualquier parte del mundo puedan acceder a los mercados internacionales, mediante la utilización de líneas marítimas de carga general que pueden colocar la mercancía en cualquier puerto de destino.

Otro avance más reciente ha sido la introducción del envase reutilizable en lugar de la caja de cartón, que es una buena práctica medioambiental más acorde con el nuevo enfoque de una agricultura sostenible.

También se ha avanzado mucho en la conservación en destino. El almacenamiento en grandes cámaras frigoríficas mantiene el producto durante largos periodos de tiempo y sin perder la calidad. Esto permite que el operador comercial vaya liberando producto hacia el consumo en aquellos periodos en que las producciones de estación y contraestación no puedan cubrir la demanda. Un uso adecuado del transporte intermodal y de grandes volúmenes de producto complementa la labor citada anteriormente.

En definitiva, los avances que ha habido en el último siglo en logística, transporte y distribución de frutas y hortalizas, han permitido reducir la estacionalidad de estos productos, así como que lleguen cada vez en mejores condiciones al consumidor.



**Incluye:**

- 12 números anuales
- Extra Horticultura



**Carnet de socio Horticom:**

- Acceso a la edición digital en PDF para consulta de números anteriores
- **Ficha de empresa** [www.horticom.com/empresas](http://www.horticom.com/empresas)
- Un producto o servicio en su **ficha de empresa**
- Actualización on-line de "sus datos" en **horticom empresas**

**SUSCRIPCIONES Revistas**

Señale con una X o utilice el formulario de suscripción en Internet ([www.ediho.es/suscripcion](http://www.ediho.es/suscripcion))

- España  1 Año 120 €     2 Años 180 €  
 Extranjero  1 Año 140 €     2 Años 240 €  
 On-line  1 Año 70 € (en formato PDF) vea una revista de muestra en:  
[www.horticom.com/revistasonline/revistas/horticultura](http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/horticultura)

**SUS DATOS:**

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_ Profesión: \_\_\_\_\_  
 Empresa \_\_\_\_\_ CIF: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_ C.Postal: \_\_\_\_\_  
 Población: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
 Tel.: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
 e-mail: \_\_\_\_\_  
 Web: \_\_\_\_\_  
 Especialidad (indicar cultivos por especies y/o características específicas de la actividad empresarial): \_\_\_\_\_

**FORMAS DE PAGO:**

**TARJETA DE CREDITO**

MASTER CARD    Con cargo a mi TARJETA DE CREDITO número: \_\_\_\_\_  
 AMERICAN EXPRESS    \_\_\_\_\_  
 EUROCARD    Nombre y apellidos del titular: \_\_\_\_\_  
 VISA    Fecha de Caducidad: \_\_\_\_\_ Firma del titular: \_\_\_\_\_

**DOMICILIACIÓN BANCARIA**

Sr. DIRECTOR: Ruego Uds. se sirvan tomar nota de que hasta nuevo aviso, deberán adeudar en mi cuenta con esa entidad el recibo que anualmente y a nombre de Ediciones de Horticultura les sean presentados para su cobro. Atentamente:

Domiciliación bancaria

Banco: \_\_\_\_\_ Sucursal: \_\_\_\_\_ D.C. \_\_\_\_\_ Número de cuenta (10 dígitos): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del titular: \_\_\_\_\_

**OTROS**

Adjunto talón bancario     Contra reembolso (Sólo España)

Señale con una x

# Investigación en Poscosecha: ¿en qué se trabaja?



**Francisco A. Tomás-Barberán**

Profesor  
de Investigación,  
CEBAS-CSIC.

fr.artes-hdez@upct.es

Las empresas de distribución necesitan productos rentables, con una vida comercial lo más larga posible, pero el consumidor desea calidad. En la poscosecha hay valores para la cadena de suministro y para los consumidores.

Las tendencias de investigación en relación con la poscosecha de productos hortofrutícolas vienen marcadas por los diferentes 'stakeholders' que la demandan y que, por tanto, justifican la investigación en este campo. Estos incluyen a consumidores, productores agrarios, empresas e instituciones públicas y privadas. Entre éstos los consumidores constituyen un pilar fundamental. Una principal demanda del consumidor respecto a los productos hortofrutícolas es la escasa calidad sensorial de los productos que consumen. El sabor es lo que importa. Es frecuente oír de boca de los consumidores que los tomates ya no saben ni huelen como los de antes, y que estos tomates son de cámara, etc. Además estos productos deben de ser completamente seguros y además deben aportar todos los constituyentes saludables que son responsables de los beneficios que se asocian a su consumo. Las empresas de distribución y de venta al detalle requieren productos que aporten rentabilidad, es decir que tengan una vida comercial lo más larga posible, y esto muchas veces va en contra de los atributos de calidad demandados por el consumidor. Igualmente los procesadores se ven necesitados de aportar productos cada vez más diversificados para atender a los mercados que solicitan productos de alta calidad, listos para su consumo, abriendo posibilidades a la innovación en nuevos productos, y nuevas presentaciones que generen valor añadido. Las agrupaciones de productores juegan un papel decisivo en países como Estados Unidos, donde definen líneas de investigación y aportan fondos para la financiación de sus propios programas de investigación. Estas agrupaciones pudieran ser unas de las principales definidoras de la investigación en poscosecha en España pero actualmente

su influencia es prácticamente inexistente. Por último las instituciones, como el Ministerio de Sanidad y las autoridades de Salud Pública y de Agricultura, así como las de Ciencia e Innovación, también actúan incentivando y apoyando la investigación en poscosecha. Estas instituciones demandan investigación de cara a mejorar la salud de la población, incentivando los hábitos de consumo más saludables, y para mejorar la competitividad de nuestras empresas. Todos estos actores son los que justifican la investigación en el campo de la poscosecha.

El aspecto de la calidad sensorial es especialmente relevante y el Prof. A.A. Kader de la Universidad de California, Davis, uno de los referentes en la investigación poscosecha, ha resaltado este aspecto en un artículo publicado en la revista *Journal of the Science of Food and Agriculture* (2008, 82: 1863-8). En su artículo el Prof. Kader indica que es esencial que la calidad sensorial debe ser un objetivo primordial en los programas de mejora, que den lugar a la selección de genotipos con un mejor sabor y que permitan un sistema integrado de cultivo y conservación poscosecha que permita la

recolección cuando el fruto esté maduro lo que optimizará sustancialmente la calidad que percibe el consumidor cuando consuma estos productos. En este sentido es esencial el empleo de prácticas poscosecha que mantengan un sabor óptimo y con toda la calidad nutricional de las frutas y hortalizas desde que son cosechadas hasta que llegan al consumidor.

La investigación en poscosecha a nivel nacional está yendo encaminada a mejorar aspectos de calidad de los productos hortofrutícolas, garantizar su seguridad tanto microbiológica como toxicológica, a optimizar la calidad nutricional de los productos hortofrutícolas cuando llegan al consumidor, al desarrollo de nuevos productos, particularmente nuevos productos frescos cortados listos para su consumo o para su cocinado y al empleo de nuevas tecnologías (sensores, tecnología informática, tratamientos físico-químicos compatibles) para mejorar su calidad y seguridad.

Las investigaciones para determinar el efecto de factores agronómicos pre-cosecha sobre la calidad y la vida poscosecha de los productos hortofrutícolas son especialmente interesantes. Existe muy poca información sobre los efectos de los tratamientos agronómicos (riego, fertilización, tratamientos con fitosanitarios, etc.) sobre la vida y la calidad de productos hortofrutícolas poscosecha. Es necesario incrementar el conocimiento en este campo para poder conseguir productos con la mayor calidad y seguridad cuando lleguen al consumidor.

La selección de nuevas variedades que aúnen una buena producción y conservación poscosecha con una excelente calidad organoléptica y nutricional debe ser uno de los principales objetivos de los programas de mejora. La selección de

**El sabor es lo que importa. Es frecuente oír de boca de los consumidores que los tomates ya no saben ni huelen como los de antes**

variedades específicas para el procesado, sea para productos frescos cortados o para transformaciones industriales de extracción y procesado térmico, debe ser otro objetivo de estos programas en los que los mejoradores deben trabajar en coordinación con los tecnólogos de alimentos para alcanzar los resultados deseados.

### La situación de la Investigación poscosecha en España

La investigación poscosecha en España está siendo financiada por el Plan Nacional de I+D+i, por los programas de las Comunidades Autónomas, y por las propias empresas. El Plan Nacional vigente no contempla líneas prioritarias, lo que permite el desarrollo de investigación en cualquier tema que sea de interés y que permita avanzar en el conocimiento. Este Plan incentiva los proyectos Coordinados, lo que permite abordar proyectos ambiciosos inter-área que involucren a mejoradores y agrónomos con tecnólogos de alimentos, biólogos moleculares e incluso nutriólogos para conseguir sus objetivos.

Sin embargo, los investigadores en poscosecha y las empresas interesadas en la misma que son muchas, han dejado pasar una serie de oportunidades en los últimos años que han hecho que actualmente esta temática sea sensiblemente mejorable.

El Plan Nacional anterior al que está actualmente en vigor, contemplaba la creación de un Centro de Competencia sobre Tecnología Poscosecha, pero desafortunadamente este Centro nunca se convirtió en una realidad perdiéndose una excelente oportunidad para la inves-



tigación poscosecha. Actualmente existe una tendencia hacia el apoyo de proyectos Internacionales, sobre todos aquellos relacionados con los programas europeos, pero también aquellos con países iberoamericanos (CYTED) y convenios específicos con países emergentes como India o China. En los últimos años se ha impulsado a nivel nacional y europeo la creación de redes que agrupen a distintos grupos que trabajan en una determinada temática, de forma que se puedan abordar proyectos más ambiciosos, y sobre todo competitivos a nivel internacional. Por desgracia no se ha promovido hasta ahora ninguna red de investigación en poscosecha, pero todavía se está a tiempo. También en los últimos años y dentro del Programa Ingenio 2010 se han convocado los programas Consolider y Cenit que han supuesto un reto para aunar esfuerzos alrededor de temas de interés científico y tecnológico, con un objetivo de coordinar investigación llevada a cabo en los OPIS y en las empresas. En este sentido tampoco se han presentado propuestas relacionadas con la poscosecha. Aunque se han dejado pasar algunas oportunidades, todavía estamos a tiempo de situar a la investigación poscosecha española al nivel que demandan los consumidores y el sector productivo.

### La Investigación Poscosecha en el Plan Nacional de I+D+i

Los proyectos de investigación sobre temas de poscosecha presentados al Plan

Nacional, pueden potencialmente caer dentro de las áreas de gestión de Agricultura y fundamentalmente de Tecnología de Alimentos. Esta dicotomía ha supuesto algún problema para los investigadores que han tenido dificultades para saber dónde ubicar su proyecto. En general se puede decir que si el proyecto persigue objetivos dirigidos a la evaluación de los efectos de factores agronómicos y de la mejora de variedades sobre la vida poscosecha, el proyecto puede estar ubicado correctamente en Agricultura, pero si el proyecto está encaminado a estudios con productos hortofrutícolas una vez que han sido cosechados, el proyecto es claramente un proyecto de tecnología de alimentos, ya que la poscosecha ha estado tradicionalmente incluida en las líneas prioritarias de tecnología de alimentos.

Los proyectos sobre investigación poscosecha presentados al Plan Nacional en los últimos cinco años suponen entre un 5 y un 10% del total de proyectos presentados dependiendo del año. El porcentaje medio de proyectos financiados en el área de tecnología de alimentos está alrededor del 40% estando este valor en el caso de los proyectos sobre poscosecha entre el 30 y el 45% dependiendo de la anualidad. Los temas de investigación presentados coinciden con los ya mencionados anteriormente.

### La investigación poscosecha en Europa

El VII Programa Marco de I+D, da

Los programas europeos de investigación en las Regiones, InterReg, y los "clusters" de investigación suponen también claras oportunidades para la investigación europea en poscosecha



un papel relevante a las propuestas de temas de investigación elevadas por los 'stakeholders' que hemos mencionado al

comienzo de este artículo, siendo estos temas los que aparecen en las correspondientes 'calls' que de alguna forma vertebran la actividad europea en I+D+i. En este sentido, la Plataforma Tecnológica Europea 'Food for Life' tiene un papel muy relevante en la propuesta de objetivos de investigación europea.

En España se ha puesto en marcha una Plataforma Tecnológica Española 'Food for Life' coordinada por FIAB (Federación de Industrias de Alimentos y Bebidas), que tiene el objetivo de recabar los temas de interés de la industria alimentaria española para defenderlos en la Plataforma Europea. En este sentido, la demanda de investigación en poscosecha a nivel europeo pasa por una labor coordinada de diferentes plataformas nacionales de varios países europeos de cara a su propuesta a nivel europeo.

Los intereses en investigación poscosecha de España, Francia, Italia y Grecia se podrían coordinar de cara a diseñar propuestas de investigación que fueran retenidas por la Comisión Europea de cara a futuras convocatorias.

En las convocatorias que ha habido recientemente, la investigación poscosecha aparece mencionada de forma explícita en muy pocas propuestas, pero sí que supone un apartado a desarrollar potencialmente en muchas de las temáticas de investigación en las que la calidad de los alimentos supone un objetivo final.

Los programas europeos de investigación en las Regiones (InterReg) y los Clusters de investigación suponen también claras oportunidades para la investigación europea en poscosecha que debemos aprovechar.

Para coordinar todas estas actividades es necesario constituir una Red Nacional de Investigación en Poscosecha, que permita representar debidamente a los investigadores y a las empresas interesadas en esta temática de forma que la poscosecha española y la europea tengan una mayor visibilidad en los foros de toma de decisiones de cara al futuro de la investigación española y europea.



## Calidad & Diversidad



Dentro de nuestra gran selección de productos podrán encontrar: Chirivías, Calabazas, Calabacines, Lechugas, Puerros, Brócoli, Pimientos Picantes, Cebollas, Coles, Maiz Dulce, Tomates, Hierbas Aromáticas, Espinacas, Orientales, Baby Leaf, Y otros productos de cuarta gama.

Solicite nuestro Catálogo, donde podrán ver detalles de nuestras variedades.

Tozer Ibérica S.L.U. Apdo. Correos 35, 30320 Fuente Álamo, Murcia.  
Telf: 968 437 558 Fax: 968 537 218 email: tozeriberica@tozerseeds.com



**TOZER IBERICA**

# La investigación en la poscosecha de las flores y sus aplicaciones



**George L. Staby**

Presidente

Perishables Research Organization

george.staby@volcano.net  
www.chainoflifeflowernetwork.org

Traducción,  
Jorge Luis Alonso



George Staby es el presidente de la Organización de Investigación sobre Perecederos, creador de la Red de cadena de la vida ([www.chainoflifeflowernetwork.org](http://www.chainoflifeflowernetwork.org)) y fundador de los programas de marketing y poscosecha de flores, llamados Institutos PRO.

La tecnología de poscosecha más importante de la floricultura durante los últimos 50 años, en mi opinión, es la relacionada con los productos anti-etileno.

La revista Horticultura me solicitó un artículo que hablara acerca de la floricultura, específicamente sobre comercialización (pasado, presente y futuro) e investigación en técnicas de poscosecha. Los conceptos que incluyo se basan en 49 años de experiencia en floricultura de invernadero y comercio minorista y son presentados sin ningún orden en particular.

La tecnología de poscosecha más importante de la floricultura durante los últimos 50 años, en mi opinión, es la relacionada con los productos anti-etileno, compuestos por tiosulfato de plata (STS, del inglés silver thiosulfate) o 1-metilciclopropeno (MCP). Es una tecnología que, a pesar de impedir la mayoría, si no todos, los daños inducidos por el etileno, se utiliza en menos del 25% de los cultivos de flores (sensibles al etileno); razón por lo cual, cerca del 30% de ellos muere prematuramente. No necesito ser un científico aeroespacial para entender que el tratamiento de cultivos sensibles al etileno con STS (flores cortadas solamente) o MCP (flores cortadas y plantas en contenedores), se traduce en importantes tasas de retorno de la inversión y en una mayor satisfacción de los consumidores.

Una de las razones para que el uso de STS o MCP no sea masivo, es que dichos ingredientes no siempre están disponibles para los productores, y me refiero en particular al MCP. En otras palabras, no se venden en los países donde se necesitan. Las razones probablemente tengan que ver con reglamentos gubernamentales y/o la falta de voluntad de los fabricantes para comercializarlos.

Se viene trabajando actualmente en otro tipo de tecnologías, que cuando sean comercializadas, van a ayudar a mantener la calidad de las flores después de la cosecha. Su utilización hará que los productos que contengan STS o

MCP sean cosa del pasado, porque las flores y las plantas en general serán inducidas "per se" por productos químicos, simples y seguros, hasta hacerse no sensibles al etileno. Dichas tecnologías trabajan bien en cultivos florales sensibles y no sensibles al etileno (flores cortadas y plantas en contenedores).

Si bien hay un resurgimiento en el interés para manejar la cadena de frío en flores cortadas, la base de su importancia se remonta a decenas de años atrás. Sin embargo, la aplicación adecuada de este sistema de conservación ha probado ser decepcionante. Un ejemplo de ello es el siguiente. Los beneficios por refrigerar flores inmediatamente después de la cosecha han sido documentados innumerables veces; sin embargo, algunos de los mayores productores de flores en el mundo no tienen pre-enfriadores, y si los tienen, los utilizan indebidamente. Además, todavía es demasiado común en muchas explotaciones del mundo, conservar las flores de corte a 20-30°C, o incluso temperaturas superiores, durante su tránsito a los receptores.

No hace muchos años, la mayoría de investigadores de universidades e institutos se enorgullecían de su enfoque independiente para realizar investigaciones. Determinaban lo que iban a investigar y compartían las conclusiones con colegas y la industria floral. Ahora parece que las compañías con dinero influyen a muchos de ellos y los resultados o informes (cuando los hay) están siendo cuestionados. Varias universidades públicas e institutos de investigación aceptan voluntariamente dinero de corporaciones y otros organismos de financiación, cuyos acuerdos no siempre son revelados. Y es así como muchas investigaciones públicas pueden estar beneficiando únicamente a los más pudientes.

Es común que los investigadores de universidades e institutos realicen actividades de consulta a tiempo completo, fuera de su empleo.

Yo fui uno de ellos cuando trabajé como profesor de la Universidad de Ohio. Sin embargo, el alcance de estas actividades se ha ampliado hasta el punto que algunos investigadores parecen actuar como agentes de marketing para sus clientes. Por ejemplo, un artículo publicado recientemente pregona los beneficios de un nuevo producto poscosecha para flores cortadas. Fue escrito por un profesor que recibe dinero de consultoría de la empresa fabricante del producto. Su afiliación a la universidad se hizo evidente en el artículo, más no su asociación con la empresa. ¿Se estará cruzando ya la línea ética?

Una de las mayores organizaciones de flores en el mundo difunde libremente información errónea sobre una tecnología poscosecha que presuntamente comercializan. El único problema es que no utilizan la tecnología en cuestión, sólo cobran por ella.

En la industria floral abundan los escritores independientes o freelance, la mayoría de los cuales hace muy buenos trabajos. Sin embargo, con demasiada frecuencia, escriben historias sobre tecnologías de poscosecha en flores, sin la debida confirmación y basados únicamente en la información y testimonio entregados por los proveedores de la tecnología. En resumen, acaban promocionando los productos y/o servicios que describen, incrementando así los ingresos por publicidad de las revistas para las cuales escriben.

Aquellas personas que lean este artículo, pueden imaginarse, con razón, que soy un poco pesimista con respecto a los hallazgos, la presentación de informes y la aplicación de tecnologías poscosecha para cultivos florales. Es posible que mi actitud se deba a que soy demasiado viejo y muy estricto en mi proceder. Sin embargo, existe un grupo de esforzados investigadores y consultores, entre los que me incluyo, que nunca dejará de documentar científicamente las tecnologías que mejoran el rendimiento de poscosecha en cultivos florales.

Para concluir, no existe aún la receta milagrosa que resuelva todos los problemas de la poscosecha en cultivos florales. Sin embargo, la obtención y multiplicación de especies y cultivares con características propias de una buena poscosecha, el establecimiento de la cadena de frío y el mantenimiento bajo control del Botrytis y etileno, constituyen todos el largo camino por recorrer para conseguir la calidad y duración que los consumidores exigen y lograr una mejor rentabilidad financiera para la toda la industria floral.



**Empresas y Productos**

**Acceder y darse de alta en Horticom es GRATIS**

Una forma independiente y fácil de acceder a miles de empresas y productos con un solo click

[www.horticom.com/empresas](http://www.horticom.com/empresas)



## Proyectos I+D+i

# Mejora de la calidad del "Melocotón de Calanda": material vegetal, técnicas culturales, conservación y comercialización

**Proyecto INIA  
PET2007-09-C05**

**Coordinador del proyecto:**  
Dr. José Manuel Alonso Segura  
[jmalonsos@aragon.es](mailto:jmalonsos@aragon.es)

**Subproyecto 1:**  
**El material vegetal  
y su manejo**

**Subproyecto 2:**  
**Estudio de las  
fisiopatías del fruto**

**Subproyecto 3:**  
**Calidad y tecnologías  
de conservación**

**Subproyecto 4:**  
**Desarrollo de  
envases activos  
que prolonguen  
el tiempo de vida  
útil del Melocotón  
de Calanda en  
condiciones  
de calidad**

**Subproyecto 5:**  
**La mejora de la  
comercialización**



En el mercado agroalimentario actual, la calidad exigida a los productos ofertados es cada día mayor. El único melocotón en España que goza de una Denominación de Origen es el "Melocotón de Calanda". El consumidor demanda de forma especial productos de elevada calidad sensorial y calidad nutritiva, aspectos en los que el "Melocotón de Calanda" destaca sobre otros.

La mejora de la calidad del "Melocotón de Calanda" se ha abordado hasta ahora desde el punto de vista del material vegetal, realizándose selección en los diferentes clones dentro de la variedad población "Amarillo Tardío del Bajo Aragón".

En este proyecto se enfoca la mejora de la calidad del "Melocotón de Calanda" desde un punto de vista multidisciplinar, que abarca a los principales aspectos de la calidad en la producción (material vegetal y técnicas de cultivo), calidad en el acondicionamiento y manejo del fruto (mantenimiento postcosecha de la calidad inicial

**Primeras plántulas procedentes de cruzamientos dirigidos para el nuevo programa de mejora del "Melocotón de Calanda".**

*Foto: J. M. Alonso.*

y calidad de la comercialización. Para ello ha sido necesaria la colaboración de distintos equipos con la capacidad de abarcar cada uno de los aspectos considerados en el proyecto, creándose cinco subproyectos en estrecha colaboración para alcanzar sus objetivos. Todos los aspectos de la postcosecha se examinan con los productos obtenidos en los ámbitos pomológico y agronómico, que deben reflejarse en la definición del mejor material vegetal y las mejores técnicas para obtener la mayor calidad, mientras que todo ello requiere un examen económico para determinar su viabilidad comercial.

A continuación se resumen los objetivos de los distintos subproyectos y los equipos de investigación implicados.

**Subproyecto 1:**

**El material vegetal y su manejo**

**Investigador principal:**

Dr. José Manuel Alonso Segura  
 Unidad de Fruticultura  
 Centro de Investigación y Tecnología  
 Agroalimentaria de Aragón  
 jmalonsos@aragon.es

**Investigadores:**

- Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón
- Dr. Rafael Socias i Company
- Dr. José María Faci González
- Dra. María José Rubio Cabetas
- Dr. Joaquín Gómez Aparisi
- Centro de Transferencia Agroalimentaria de Aragón
- D. José Luis Espada Carbó



El objetivo principal de este subproyecto es la mejora en la calidad del fruto de los clones amparados por la Denominación de Origen "Melocotón de Calanda".

El máximo de calidad en cualquier fruto corresponde a alcanzar la madurez de consumo en el árbol. Sin embargo, la fecha en la que se realiza la recolección se encuentra entre la madurez fisiológica y la madurez de consumo, dependiendo del canal de distribución y de los procesos de post-cosecha a los que los frutos se someten hasta que llegan al consumidor. La calidad de partida de los frutos va disminuyendo poco a poco, en mayor o en me-

nor grado, dependiendo del tiempo que el producto permanezca en cámaras frigoríficas y del manejo que el detallista dé al producto.

El potencial de calidad con el que el fruto es recolectado depende de la combinación de tres aspectos íntimamente interrelacionados: los factores ambientales, el material vegetal, y el manejo agronómico de las plantaciones.

Este subproyecto está dirigido a la mejora de la calidad del "Melocotón de Calanda" interviniendo en los factores donde la intervención humana es más factible, como son la selección y la mejora del material vegetal y la optimización de las téc-

**Medición de la acidez del zumo de muestras del ensayo de patrones para la variedad 'Jesca'.**

*Foto: J. M. Alonso*

nicas agronómicas para una producción sostenible de calidad. Para ello el subproyecto aborda los siguientes objetivos:

1: Evaluar la segunda selección clonal de melocotoneros "Amarillos tardíos de Calanda", mediante la realización de su caracterización morfológica, caracterización molecular, la determinación de sus índices de calidad, la evaluación del estado sanitario.

2: Programa de mejora genética del "Melocotón de Calanda".

3: Evaluar el comportamiento agronómico del "Melocotón de Calanda" sobre diferentes patrones.

4: Evaluar la influencia de la formación de la copa sobre la productividad y calidad del "Melocotón de Calanda".

5: Evaluar la influencia del riego y nutrientes sobre la calidad del "Melocotón de Calanda" (En colaboración con el subproyecto 2).

6: Estimar la fecha óptima de recolección mediante la determinación de la evolución de los parámetros de maduración en los clones selectos del "Melocotón de Calanda".

**Evaluación de la sensibilidad a clorosis férrica en el ensayo de patrones de Alcañiz con la variedad 'Jesca'.**

*Fotos: realizadas por J. L. Espada*



**Subproyecto 2:**

**Estudio de las fisiopatías del fruto**

**Investigador principal:**

Dr. Jesús Val Falcón

*Departamento de Nutrición Vegetal  
Estación Experimental de Aula Dei - CSIC.*

*jval@eead.csic.es*

**Investigadores:**

Dr. Alvaro Blanco Braña (EEAD - CSIC)

Dr. Emilio Monge Pacheco (EEAD - CSIC)

Los melocotones son frutas altamente perecederas que tienen una vida de almacenamiento en frigoconservación que oscila entre 2 y 6 semanas. Maduran y entran en senescencia rápidamente a temperatura ambiente y requieren manejo cuidadoso y rápido tras la cosecha. Además, son altamente susceptibles a sufrir daños por frío y podredumbres. Específicamente, en las variedades tardías del Bajo Aragón, la mancha parda vitrescente del melocotón es una fisiopatía de gran repercusión sobre la calidad final del fruto al provocar zonas translúcidas en la zona interna del mesocarpo de forma desapercibida durante la selección y control de calidad, manifestándose con posterioridad en el fruto comercializado, lo que puede originar la insatisfacción del consumidor, la pérdida del prestigio reconocido y afectar a la comercialización del "Melocotón de Calanda".

Además de la escasa sintomatología externa existe un problema añadido; el embolsado de frutos realizado en esta zona, constituye un impedimento a la hora de realizar una posible detección temprana. Se ha descartado que el origen pueda ser fúngico y la apariencia vitrescente hace pensar en algún tipo de desorden fisiológico.



**Corte longitudinal de un melocotón de la variedad 'Jesca' afectado por mancha vitrescente.**

*Foto: J. Val*



**Medición de la firmeza de la pulpa de muestras del ensayo de riego deficitario controlado en la variedad 'Calrico' futuro clon autorizado por la DO 'Melocotón de Calanda'.**

*Foto: J.M. Alonso*

Por ello, para identificar y estudiar los factores que afectan a la aparición de estas fisiopatías del fruto y planificar estrategias que minimicen su presencia se han planteado los siguientes objetivos en este subproyecto:

1: Evaluar diferentes estrategias de riego deficitario controlado (RDC) en la variedad de melocotonero amarillo tardío de Calanda (En colaboración con el Subproyecto 1).

2: Determinar las dosis óptimas de nitrógeno para producir frutos de calidad: exentos de fisiopatías (En colaboración con el Subproyecto 1).

3: Poner a punto tratamientos con soluciones de calcio vía foliar, que permitan aumentar la concentración de calcio en el fruto con objeto de mejorar sus propiedades físicas y organolépticas, prolongar su vida útil postcosecha y prevenir alteraciones fisiológicas relacionadas con este nutriente.

4: Prognosis y modelización de fisiopatías.

5: Puesta a punto de la metodología NIRS para determinar de forma no destructiva distintos parámetros de calidad de fruto incluidos daños internos.

**Subproyecto 3:**

**Calidad y tecnologías de conservación**

**Investigadora principal:**

Dra. Rosa Oria Almudi

*Grupo de Investigación Alimentos de Origen Vegetal. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.*

*oria@unizar.es*

**Investigadores:**

Dra. Ana María Ferrer Mairal (UNIZAR)

Dr. Angel Ignacio Negueruela Suberviola (UNIZAR)

Dr. José María Peiró Esteban (UNIZAR)

Dra. María Eugenia Venturini Crespo (UNIZAR)

Dra. María Luisa Salvador Solano (UNIZAR)

Dña. Ana M. Ruíz de Castro (UNIZAR)

La vida postcosecha del "Melocotón de Calanda" no ha sido suficientemente estudiada con anterioridad y la adquisición de nuevos conocimientos científicos sobre el comportamiento postcosecha de este tipo específico de melocotón resulta necesaria.

Una de las características del "Melocotón de Calanda" es que sus frutos se recolectan embolsados, por lo que el grado de madurez en el momento de la comercialización es heterogéneo, lo que implica menor valor comercial. Para reducir este problema, se plantea la posibilidad de aplicación de tratamientos de maduración controlada, que son utilizados con éxito en otros frutos.

Tampoco existen suficientes datos del comportamiento de estos melocotones a las técnicas de postcosecha que combinan la refrigeración a temperaturas adecuadas con la utilización de atmósferas protectoras o la aplicación de choques térmicos o gaseosos periódicos.

La temperatura condiciona la tasa de respiración y la emisión de etileno, de gran importancia en los frutos climatéricos con actividades respiratorias más altas, como el melocotón. El melocotón requiere cuidados y un manejo rápido tras la cosecha para evitar su deterioro. Una vez en frío, el melocotón puede conservarse entre 2 y 8 semanas, aunque pueden aparecer daños por frío desde las 2-3 semanas, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad. Así pues, la evaluación de la susceptibilidad a los daños por frío de los distintos clones del "Melocotón de Calanda" y las distintas estrategias com-

binadas de conservación en frío junto a atmósferas protectoras y calentamientos intermitentes, y su efecto sobre los distintos parámetros de la calidad del fruto deben estudiarse en profundidad.

Los daños por podredumbres son otro factor que limita la vida postcosecha de los melocotones de la Denominación de Origen en particular. En este proyecto se va a evaluar la posible utilización de sustancias naturales frente a los microorganismos que reducen la vida postcosecha.

Otra línea de investigación que aborda este subproyecto es la posibilidad de comercializar este tipo de melocotón, como línea de producto "fresco de cuarta gama", manteniendo al máximo su calidad y sus propiedades nutricionales, presentándolo como "listo para comer o para usar".

En resumen los objetivos que se plantea este subproyecto son los siguientes:

- 1: Caracterización de los clones de "Melocotón de Calanda" y evaluación de su aptitud para la conservación.
- 2: Evaluación de la respuesta a tratamientos de desverdización.
- 3: Verificación de la eficacia de los distintos tratamientos antifúngicos de bajo impacto sobre el melocotón de Calanda.
- 4: Desarrollo de productos de la IV gama.



**Detalle de tratamiento con un gel de calcio incluido en el embolsado.**

Foto: J. Val

#### Subproyecto 4:

### Desarrollo de envases activos que prolonguen el tiempo de vida útil del Melocotón de Calanda en condiciones de calidad

#### Investigadora principal:

Dra. M. Cristina Nerín de la Puerta  
Grupo Guía I3A. Departamento de Química Analítica. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza.  
cnerin@unizar.es

#### Investigadores

Dr. Ramón Batlle Almorin (UNIZAR)  
Dra. Cristina Sánchez Jarabo (UNIZAR)  
D. Angel Rodríguez Lafuente (UNIZAR)  
D. Karim Bentayeb Martínez (UNIZAR)  
D. Joaquín Romero López (UNIZAR)

El objetivo principal de este subproyecto es conseguir un sistema de envase activo capaz de prolongar el tiempo de vida del "Melocotón de Calanda", en fresco como fruto entero y/o en distintos formatos fresco-mínimamente procesado, es decir en productos de IV gama. La mayor conservación en estos formatos deberá permitir evitar el deterioro debido a procesos microbiológicos y/o procesos oxidativos mediante la incorporación de los agentes activos protectores necesarios en el envase, sin que ello altere las características de calidad y organolépticas del producto.

Para ello, y como objetivos específicos se plantean:

- 1: Desarrollo de formulaciones capaces de incorporar los agentes activos, específicas para su correcta aplicación en diferentes soportes ó materiales de envase adecuados para el envasado de melocotón, que respeten el cumplimiento de las regulaciones EU concernientes a materiales para contacto con alimentos.
- 2: Estudio del mecanismo de interacción (liberación, scavenger, fuerzas de interacción, etc.) de las formulaciones activas con el soporte y con la fruta envasada, "Melocotón de Calanda". Efectos sinérgicos y antagonicos.
- 3: Determinar la actividad y el mecanismo de acción sobre microorganismos patógenos de una serie de aceites esenciales incorporados a envases.



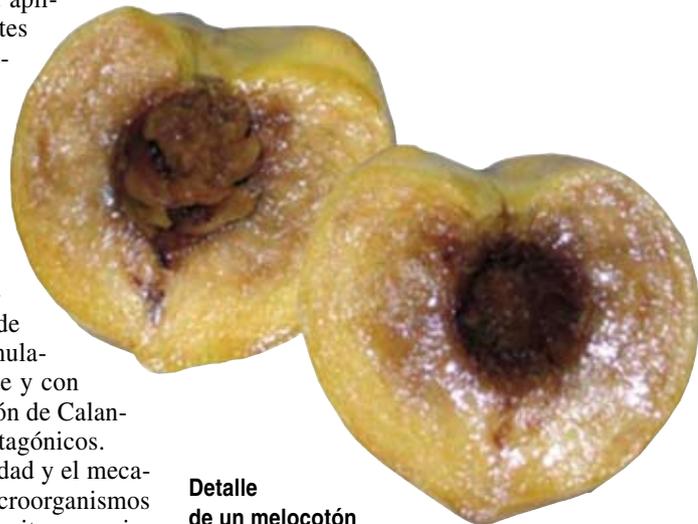
**Ensayos con la variedad 'Jesca' de envases con agentes activos de aceites esenciales incorporados en las etiquetas o en las bandejas PET para prolongar su vida útil.**

Foto: C. Nerín

4: Estudio de las condiciones de adaptación de la nueva máquina de envasado con el sistema activo para cada soporte.

5: Desarrollo de las primeras bases para la implantación de un etiquetado inteligente que permita indicar el grado de maduración del fruto.

6: Estudio de costes de la implantación del nuevo sistema desarrollado en una planta de envasado de alimentos (Colaboración con el subproyecto 5).



**Detalle de un melocotón 'Jesca' con daños por frío.**

Foto: R. Oria

**Subproyecto 5:**

**La mejora de la comercialización**

**Investigador principal:**

Dr. Luís Miguel Albisu Aguado

Unidad de Economía Agroalimentaria y de los Recursos Naturales. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

lmalbisu@aragon.es

**Investigadores:**

Dña. Camino Polo González  
 (CITA DE ARAGÓN)

D. Etienne Groot (CITA DE ARAGÓN)

El "Melocotón de Calanda" es una Denominación joven (1999) que todavía le queda por desarrollar un mayor potencial organizativo y asentar sus tareas, tanto relacionadas con la producción como con la comercialización (promoción y propaganda genérica).

Su producción se distribuye en 45 municipios de Teruel y Zaragoza que cubren una extensión de 4.654 km. La preocupación por la mejora es constante, lo que se ha traducido en inversiones, en parte mediante subvención pública, para mejorar el producto.

La superficie inscrita y la superficie productiva están en franca progresión, incidiendo en el superior precio de las tierras en las que se produce melocotón con "DO Calanda" y en el aumento del número de agricultores inscritos y de las empresas que elaboran y comercializan este producto.

El objetivo de los productores y transformadores es comercializar el mayor volumen de producto al precio más alto, pero para ello hay que encontrar los mecanismos adecuados, como son los mercados en los que vender y los canales para llegar a esos mercados.

El principal objetivo de este proyecto es mejorar la comercialización del melocotón con Denominación de Origen Calanda, mediante los siguientes tres subobjetivos:

- 1: Seleccionar los mercados más idóneos, tanto en España como en Europa.
- 2: Determinar los canales comerciales más adecuados.
- 3: Conocer las reacciones de los consumidores.

**Detalle de un fruto embolsado de la DO Melocotón de Calanda.**

Foto: J. L. Espada



**Otros proyectos I+D+i**



**Proyecto:**

**Experiencia sobre materia seca en kiwi**

**Coordinación del proyecto:**

Dra. Carmen Salinero Corral (mcs@efa-dip.org)  
 Dra. M<sup>a</sup> José Lema Gesto (mcs@efa-dip.org).

Estación Fitopatológica do Areeiro.

**Investigadores:**

Estación Fitopatológica do Areeiro:

Dra. Carmen Salinero Corral,  
 Dra. M<sup>a</sup> José Lema Gesto,  
 Pilar Piñón Esteban, Pablo Rodríguez Alonso

The Trading House Amodia S.L.:  
 Luciano Martínez de la Heras  
 (Ingeniero Agrónomo)

Kiwi Ibérica S.A.L.: Fernao Veloso  
 (Ingeniero Agrónomo)

**Entidades Participantes:**

Diputación de Pontevedra, Estación Fitopatológica do Areeiro (www.efa-dip.org)  
 Subida a la Robleda s/n. 36153 Pontevedra

Fundación Juana de Vega  
 (www.juanadevega.org).

The Trading House Amodia S.L.  
 (www.delmino.pt).

castrofolia@telefonica.net

**Objetivos:**

Este proyecto se centra en el estudio de diversas propiedades cualitativas del fruto de kiwi -materia seca, almidón, sólidos solubles, acidez y nutrientes- parámetros que están directamente relacionados con su conservación a largo plazo y sus características organolépticas, con el fin de obtener un fruto de calidad inmejorable que pueda competir en el mercado y mantener la rentabilidad del cultivo.

El objetivo que se persigue con esta experiencia es cuantificar los efectos de la modificación de tres factores (la exposición del fruto, el método de fertilización y el sistema de conducción del kiwi) sobre diversas propiedades cualitativas del fruto (materia seca, almidón y acidez),

para establecer las condiciones óptimas de manejo y producción. Paralelamente se tratará de controlar la respuesta a estas tres variables citadas en la evolución de las propiedades químicas de la planta y el fruto (nitrógeno, potasio, calcio y magnesio) para establecer los niveles óptimos de estos parámetros.

Se estudia la evolución de estos parámetros en campo realizando análisis cada 15 días a partir de la segunda semana después de la antesis hasta la cosecha y en cámara frigorífica durante cinco meses más. Todo ello con el objetivo final de producir un fruto de propiedades idóneas, que podrá ser identificado por el consumidor y primado en el mercado.

**Estado actual del proyecto y avance de resultados:**

En la actualidad se considera que un kiwi presenta una buena calidad gustativa cuando alcanza un contenido en torno al 15% de materia seca, acompañado por una alta homogeneidad de los parámetros que la determinan. En diversos estudios realizados en el Noroeste peninsular, los técnicos del sector observaron que el fruto presenta un porcentaje de materia seca inferior al deseable. En este sentido, existen varios aspectos agronómicos del cultivo que pueden mejorar esta propiedad, entre ellos está la modificación de la cubierta vegetal para permitir una mayor exposición del fruto y la modificación de las técnicas de fertilización y el tipo de entutorado de las plantas.

Los ensayos se realizan en una plantación situada en Valença do Minho (Portugal) propiedad de Kiwi Ibérica S.A.L., Durante los tres años de estudio se procederá a la toma de muestras tanto foliares como de fruto de kiwi, cada dos semanas a partir de la antesis para estudiar la evolución estacional de una serie de parámetros. En concreto, en las muestras de hoja se determina el contenido de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, mientras que en las muestras de fruto, además de determinarse la evolución estacional de estos nutrientes, se efectuarán diversos análisis organolépticos, básicamente el porcentaje de materia seca y la caracterización de los sólidos solubles, el almidón y la acidez. La realización de estos análisis se llevará a cabo en los departamentos de fruticultura y edafología de la Estación Fitopatológica do Areeiro. Una vez realizada la cosecha los frutos de cada una de las parcelas, se almacenarán en las cámaras frigoríficas de Kiwi Ibérica S.A.L. y

se tomarán muestras mensuales durante 5 meses, para continuar el estudio de la evolución de los parámetros organolépticos del fruto.

Se ha finalizado el segundo año de estudio en campo. De los estudios de la evolución de los parámetros organolépticos en cámara frigorífica sólo se han finalizado los análisis de 2007; de acuerdo con el protocolo, los análisis de la campaña de 2008 (cosechada en 20 noviembre de 2008) se realizarán mensualmente hasta el mes de abril de 2009.

En los dos años de estudio (2007 y 2008) se produjeron efectos significativos en todas las variables estudiadas (conducción, fertilización y poda) en distintas fases de desarrollo del fruto y de diferentes tendencias. La interpretación global de los efectos es muy compleja y habrá que finalizar el proyecto para analizar los resultados en conjunto; únicamente se puede entresacar cuáles fueron los tratamientos más eficaces para obtener objetivos concretos: materia seca, concentración de calcio en fruto, etc.

La evolución de los parámetros organolépticos de los kiwis sometidos a los diferentes tratamientos culturales y conservados en cámara frigorífica durante la primera campaña fue normal. Se mantuvieron constantes los valores de materia seca y acidez, aumentando la concentración de sólidos solubles. El almidón finalizó la hidrólisis el primer mes de estancia en cámara de almacenamiento, de forma que a los 30 días de conservación su valor era 0.



**Proyecto:**

**Identificación de QTLs responsables de la calidad del fruto de melón**

**Coordinador del proyecto:**

Juan Pablo Fernández Trujillo.

**Datos de contacto:**

Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Departamento de Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola  
juanp.fdez@upct.es

**Objetivos:**

Identificación mediante el estudio de las líneas casi isogénicas de melón de regiones genómicas o QTLs implicados en caracteres de calidad del fruto de melón.

**Grupos de Investigación participantes:**

Este trabajo se ha realizado en un entorno multidisciplinar por personas que pertenecen a diferentes grupos de investigación la mayoría vinculados principalmente a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica (E.T.S.I.A.) de la UPCT. Entre ellos Javier Obando y Noelia dos Santos (Postrecolección y Refrigeración), Prof. Juan Antonio Martínez López (Protección de Cultivos), Antonio Luis Alarcón Vera. (Agroquímica, Tecnología y manejo de Suelos y Sustratos); los Dres. Mathieu Kessler, Mari Carmen Bueso y Pilar Sanmartín (Estadística para Procesos Estocásticos). Nuestros principales colaboradores en el Centro de Agrigenómica del Irta en Cabrils han sido hasta ahora los Dres. Antonio Monforte (actualmente en el IBMCP), Jordi García Mas y Montserrat Saladie. También se han realizado colaboraciones puntuales con investigadores de la Universidad Católica de Lovaina (Dres. Jeroen Lammerlyn y Bart Nicolai), diferentes centros del CSIC y otras universidades y centros de investigación extranjeros.

Lo que presentamos constituyen los resultados de un proyecto nacional, dos proyectos financiados por la Fundación Séneca de la Región de Murcia y un proyecto financiado por la Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia. También ha sido positivo para su desarrollo el suministro de materiales y semillas de referencia por algunas empresas como Fitó, Syngenta, Gs España, Plásticos del Segura, Procomel, etc.

La población de líneas casi-isogénicas de melón utilizada ha sido desarrollada por el equipo del Centro de Investigación en Agrigenómica del IRTA de Barce-

lona, que colabora con nuestro grupo en este trabajo. La colección se desarrolló a partir de dos parentales no climatéricos, "Piel de Sapo" y la accesión coreana PI 161375. El mapeo de genes ha sido posible por la existencia de un mapa genético de melón establecido por Gonzalo et al. (2005) tras combinar los resultados de diferentes investigaciones nacionales e internacionales. Mediante nuestro trabajo se ha puesto en valor práctico mediante estudios de determinación sistemática de atributos de calidad (fenotipado) por la colaboración entre grupos. Mediante estos estudios y la ayuda de la mejora asistida mediante marcadores moleculares se han posicionado en el mapa genético de melón 255 poligenes o "quantitative trait loci" que son útiles para mejora de la calidad del fruto del melón.



Estos QTLs tienen interés en poscosecha al estar asociados a peso, caracteres morfológicos, de apariencia, color, textura de la pulpa, sabor, aroma, vida comercial, climaterio respiratorio y producción de etileno, susceptibilidad a bajas temperaturas y otros desórdenes fisiológicos y fúngicos, componentes de interés nutricional, etc. Los estudios anteriores realizados a partir de otros tipos de cruzamientos dieron un número considerablemente menor de QTLs de caracteres de interés agronómico y de calidad de fruto en melón. Los resultados presentados también demuestran la importancia que en algunos casos puede tener el ambiente en la expresión génica, apoyando el que un ambiente del sur como el de la zona de Torre Pacheco en Murcia produce frutos más dulces que en otras localizaciones más al norte. También el mismo ha permitido determinar la existencia de variabilidad oculta. Un ejemplo ha sido la generación de NILs climatéricas, y por tanto de maduración más

rápida y aroma, a partir de los parentales inodoros y no climatéricos. El estudio ha originado una tesis doctoral presentada en el formato de doctorado europeo del Dr. Javier M. Obando Ulloa con nueve publicaciones en revistas internacionales (ver listado en <http://www.upct.es/gpostref/>) que pueden ser solicitadas a los autores.

**Proyecto:**

### **Caracterización organoléptica y nutritiva de manzanas, peras y melocotones ecológicos**

Obtenidos mediante el sistema de producción ecológica en la zona de Lleida y evaluación de su aptitud para la conservación frigorífica

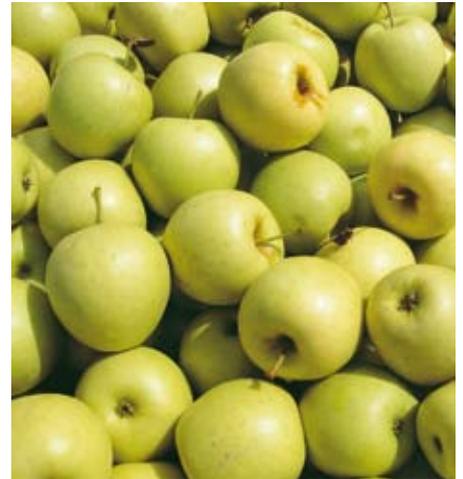
**Coordinador del proyecto:**

Yolanda Soria Villalonga,  
*Profesora Titular de la Universidad de Lleida.*  
*soria@hbj.udl.cat.*

**Objetivos:**

1. Caracterizar desde un punto de vista organoléptico y nutritivo distintas variedades de manzanas, peras y melocotones ecológicos producidos en la zona de Lleida en base al estudio de diversos parámetros físico-químicos determinados mediante métodos no destructivos y destructivos. Comparar con las características de frutos no ecológicos de las mismas variedades.

2. Conocer la aptitud para la conservación en frío normal de los frutos ecológicos y evaluar su susceptibilidad a las alteraciones fisiológicas durante la misma.



Comparar esta capacidad con la de frutos no ecológicos.

3. Alargar el periodo de conservación de los frutos ecológicos y no ecológicos mediante la aplicación de tratamientos y/o técnicas de conservación frigorífica adecuadas y compatibles con el sistema de producción ecológico.

4. Determinar el grado de aceptación de diversas variedades de fruta ecológica producida en la zona de Lleida e identificar el perfil del consumidor real y del consumidor potencial de alimentos ecológicos.

**Equipo solicitante:**

Está formado por siete doctores, seis docentes de la Universidad de Lleida y una investigadora del Centro UdL-Irta. Los doctores Yolanda Soria, Inmaculada Recasas, Tomás Casero y Pedro Guillén son docentes y están adscritos al Centro UdL-Irta para las tareas de investigación. Son integrantes del grupo de investigación consolidado, 'Unidad de Poscosecha', que forma parte de la 'Xarxa de Referència en Tecnologia d' Aliments' (XaRTA) de la Generalitat de Catalunya y es tipo A en la Universidad de Lleida. Los doctores Jaume Puy y Fernando Gatus pertenecen al departamento de Química y el primero es el responsable del grupo de investigación 'Fisicoquímica de sistemas macromoleculares de interés ambiental' reconocido asimismo como grupo consolidado. La Dra. Gemma Echeverría es investigadora del Centro UdL-Irta y también es integrante de la 'Unidad de Poscosecha'.

**Estado actual de proyecto:**

El proyecto tiene una duración de 3 años, a iniciar en 2009. La entidad financiera es la Universidad de Lleida.

# Hacia la automatización: avances en las nuevas técnicas en el equipamiento



Margarita  
**Ruiz  
Altisent**



LPFTAG (Laboratorio de propiedades Físicas y Técnicas Avanzadas en Agroalimentación)  
[www.lpftgag.upm.es](http://www.lpftgag.upm.es)

Desde la posición del grupo del LPFTAG se presentan tendencias en el desarrollo de las técnicas de determinación, supervisión y control de las propiedades de las frutas y hortalizas.

Comenzando por el sector donde más avances se han realizado, y pueden realizarse por sus características, el de la poscosección y el envasado, podemos observar primero que existiendo ya equipamiento de gran calidad en el manejo de la fruta y en calibración y selección, sin embargo el control de dicha calidad se sigue haciendo, y cada vez más exhaustivamente, por medio de medidas manuales, en la entrada y en la salida de las líneas (off-line). Medidas fruto a fruto, destructivas, de firmeza por penetromía y de sólidos solubles. El mercado es cada vez más exigente, los almacenes están interesados en proveer fruta de la más alta calidad, contrastada y lo más uniforme posible.

Sólo puede conseguirse estos objetivos, de forma fiable y económica, por medio de los equipos de evaluación no destructiva fruto a fruto; estos equipos existen, integrados en líneas de selección; sus capacidades se han mejorado enormemente: medidas no-destructivas (ND) de firmeza, por contacto respuesta acústica; de calidad interna (°Brix) por NIRs y VIS, en transmisión; de daños externos e internos, junto con calibre, en reflexión, en muchos casos en tres dimensiones (3D). Es difícil mejorar las capacidades de estos equipos, que además suponen una herramienta insuperable para la ayuda a la toma de decisiones de la dirección técnica de las empresas: a pesar de ello, su introducción es lenta. Pero segura: en estos momentos la producción y la distribución, dada la coyuntura, se posiciona a la expectativa, para asegurarse de que cualquier inversión va a ser rentable. En ciertos productos, críticos en su calidad al consumidor, aparece ya como una cuestión de supervivencia, el control de cada uno de los frutos puestos en la distribución, y según calidades, con rangos de variación por debajo de cifras exigidas por el comprador 10-15%.

No quiere esto decir que no se estén alcanzando nuevos resultados para mejorar las capacidades de estos equipos, así como del control y monitorización en el transporte en contenedor frigorífico y, en su caso,

en las propias máquinas cosechadoras (productos para industria). En estas últimas se están desarrollando equipos de medida de la calidad del producto en campo, integrados en sistemas de información geográfica, dentro de las estrategias de la denominada agricultura de precisión. Esto supone conocer la producción, su calidad, su variación por parcelas, y por zonas de parcelas, de forma que cuando el producto llega a la planta o almacén, ya sabe el técnico (en tiempo real) cuál es el tratamiento que debe dar, y el destino, de lo que entra en fábrica. Esto que es una realidad avanzada en vendimiadoras y otras cosechadoras, está por plantearse en la recolección (manual, asistida) de frutas y hortalizas.

El uso de sensores con comunicación inalámbrica en el interior de almacenes y contenedores de transporte de productos es otra gran posibilidad al alcance de la mano. El tipo de sensores (en realidad, conjuntos o "clusters" de diferentes tipos y técnicas) es lo que debe desarrollarse todavía, para las distintas necesidades de la distribución.

Dos nuevas técnicas: visión multi-e hiperespectral y resonancia magnética en imagen (MRI) están ya muy avanzadas, como para poder prever sus aplicaciones viables, y en línea (in-line) en un plazo de cinco años, o menos. La visión presenta muchas ventajas y es ya una técnica conocida e integrada en la industria. Su desarrollo presenta una gran capacidad de mejora en la detección de las características de calidad de los alimentos: Aquí puede ocurrir como en el caso de la espectroscopía (NIR-VIS): la técnica está ya al alcance, las aplicaciones han de ser desarrolladas, comenzando por las más viables desde los puntos de vista técnico y económico. La visión artificial se basa, igualmente, en el uso de avanzadas técnicas de tratamiento de datos y de modelización, sin embargo se prevén más estables que las calibraciones del NIR-VIS; cuando llegue el momento de su introducción, ésta últimas serán ya uso común en las plantas y almacenes: otro factor que ayudará a su más pronta introducción en los procesos.

Por último la robótica. Todos conocemos que está muy presente en muchas de las soluciones técnicas de las líneas de confección, al menos en su aspecto más básico, los diversos sistemas automáticos. El campo de desarrollo está en la integración de los actuales conocimientos y sus correspondientes desarrollos de aplicación de los sensores y la mecatrónica asociada, los que provienen directamente de investigación en el área de agro-ingeniería y no solamente de la robótica industrial, aunque ésta es imprescindible a la hora de implementar las soluciones técnicas, pues es la que provee los equipos, y a precios esperanzadoramente asequibles gracias al alto volumen de producción.

Alrededor de estos y de otros problemas aparecen nuevas técnicas avanzadas, que podremos exponer en futuros artículos.



## Citrosol Nueva generación de ceras para cítricos

En Citrosol alargamos la vida y la calidad de cítricos, frutas y hortalizas hasta su llegada al consumidor. Cuidamos de su salud, de su aspecto, de su sabor, trabajando con nuestros clientes para conseguir los mejores resultados en el punto de venta.

Citrosol nació hace ya casi 50 años resultado de la investigación pionera en España para el control del podrido en los frutos cítricos. Nuestra cultura de I+D+i nos ayuda a ir un paso por delante en el desarrollo de las soluciones que clientes y sociedad demandan.



**El sistema de visión artificial de Citrosol que permite homogeneizar con mucha precisión el recubrimiento céreo de todos los frutos.**

Así, nuestros laboratorios ya han desarrollado las que denominamos, ceras de secado rápido. Los frutos cítricos deben ser sometidos a un proceso de limpieza y desinfección para su consumo en fresco. Durante esta limpieza y desinfección, las ceras naturales de la fruta se pierden. A menos que la fruta sea encerada para devolverle la capa cérica perdida, ésta sufrirá un mayor envejecimiento, marchitamiento, malos sabores y pérdida de vitamina C en las estanterías de los supermercados. Por esta razón en los cítricos para consumo en fresco se utilizan ceras de recubrimiento a base de aditivos alimentarios. Citrosol, ha desarrollado una nueva generación de ceras de recubrimiento de cítricos. Estas ceras que evitan las altas temperaturas, supe-

rior a los 45° C, relativamente usuales en los túneles de secado, mejoran la condición de la fruta, manteniendo la piel más viva y consecuentemente suponen un importante ahorro energético “de hasta un 100%” y una menor emisión de gases efecto invernadero en las centrales hortofrutícolas de nuestros clientes.

Citrosol, soluciones en postcosecha que aseguran la protección de la fruta hasta su llegada al mercado.

Consulte a nuestros técnicos, seremos sus socios en la investigación y desarrollo necesarios para resolver sus problemas de vida comercial.

[www.citrosol.com](http://www.citrosol.com)

## Fomesa Fruitech Innovaciones para la comercialización del tomate

Existe un gran interés en la Industria Alimentaria en la utilización de los llamados recubrimientos comestibles, que en el caso de la postcosecha abren un gran abanico de expectativas

que van desde el uso de productos más seguros de acuerdo a las exigencias de los consumidores, hasta la posible aplicación de esta técnica a frutas y hortalizas en las que los productos tradicionales no están autorizado.

Fomesa Fruitech ha desarrollado un nuevo recubrimiento comestible, formado por alimentos o componentes de los alimentos, que se comercializa con la marca Foodwax, cuya función es la de alargar y mantener la calidad de los tomates, reduciendo las pérdidas de peso y ralentizando el proceso de maduración a la vez que mejora el aspecto externo de los frutos.

El recubrimiento comestible Foodwax está incluido en la línea de productos naturales Green-Line que tiene como objetivo conseguir tratamientos efectivos en la postcosecha de frutas y hortalizas pero mediante el uso de tratamientos más saludables de acuerdo con la cada vez mayor demanda de los consumidores.

### Efectos

Foodwax forma una barrera alrededor del tomate que reduce la pérdida de vapor de agua des-



de el interior hacia el exterior y como consecuencia se reduce la pérdida de peso (Figura 1).

En la figura 1 se compara la pérdida de peso de tomates testigo y recubiertos Foodwax, durante un período de comercialización de 4 y 7 días a 10°C. Se ve que los tomates encerados con Foodwax tienen una menor pérdida de peso que los testigos.

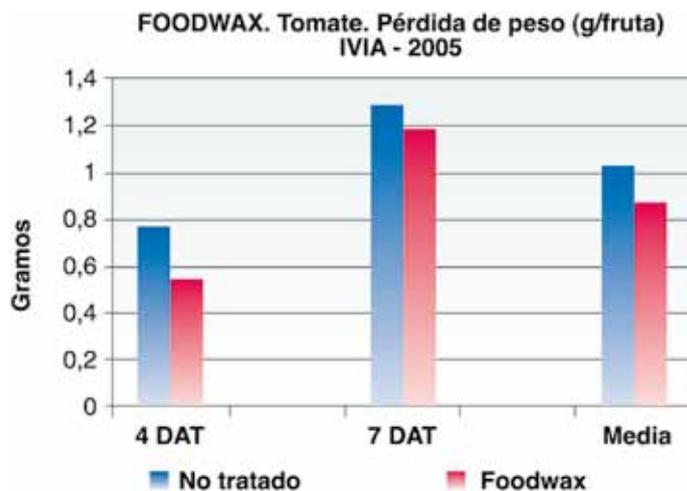
El efecto barrera del Foodwax tiene una segunda consecuencia, que es la ralentización del proceso de respiración de la fruta, lo que produce un incremento del tiempo de vida comercial. Además Foodwax ralentiza los procesos ligados a la maduración, con lo que algunos parámetros de calidad de la fruta como el color también evolucionan con mayor lentitud. Por último, y muy importante desde el punto de vista comercial, la aplicación de Foodwax mejora el aspecto de los tomates, realzando el brillo de su piel.

En definitiva la aplicación del Foodwax sobre tomates tiene los mismos efectos que las ceras tradicionales cuando se aplica a otras frutas, obteniendo valores muy similares en conservación de peso, alargamiento de la vida comercial, ralentización de los procesos metabólicos y sobre todo, obteniendo el mismo efecto sobre el aspecto de la fruta.

[www.fomesa.com](http://www.fomesa.com)

**Figura 1:**

**Efecto del recubrimiento Foodwax en la evolución de las pérdidas de peso (g/fruta) de frutos de tomate Daniella en diferentes controles.**



Cebe

## Productos para el lavado de frutas y verduras: peróxido de hidrógeno / agua oxigenada

Existen dos métodos para la reducción de la flora microbiana: los físicos y los mecánicos. Actualmente ambos tienden a integrarse. Sin embargo, independientemente del sistema, es imprescindible que el agua utilizada para el lavado de frutas y verduras sea apta para consumo humano.

Se recomienda el uso del Peróxido de Hidrógeno – Agua Oxigenada estabilizada como mejor tratamiento de aguas posible tanto por su eficacia como por su bajo coste.

¿Qué es el Peróxido de Hidrógeno / Agua Oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)?,

¿Qué ventajas presenta frente a otros métodos de potabilización?

Partiendo de que es un principio activo biodegradable y que no genera residuos, presenta una alta estabilidad y eficacia en un amplio rango de pH y temperatura. Es eficaz en la degradación de la materia orgánica. No es corrosivo a las dosis de uso/aplicación. Garantiza la higiene y desinfección de los productos hortícolas sometidos al proceso de lavado en el túnel de la central hortofrutícola, eliminando o destruyendo los microorganismos, patógenos o no, presentes en las superficies.

¿Cualquier Peróxido de Hidrógeno / Agua Oxigenada pue-



de emplearse para el lavado de frutas y verduras?

No todos están autorizados para ello. El producto debe contar con autorización - Norma UNE-EN 902:2000 en cumplimiento del R.D. 140/2003, por el que se establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y de la Orden SCO/3719/2005 del 21 de noviembre de 2005, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano-.

### Conclusiones

Adecuando un protocolo de reposición de oxidantes, sin riesgo de corrosión en la instalación a las dosis de aplicación, se garantiza la higiene de los productos hortícolas sometidos al proceso de lavado en el túnel. De esta manera:

- Se evita la proliferación de patógenos durante la vida poscosecha de los productos hortícolas (conforme a la legislación actual aplicable a las aguas de proceso en industria alimentaria).

- Se rebaja la incidencia de pudriciones en más de un 35% respecto a la desinfección con hipoclorito sódico y en más de un 45% respecto al lavado sin aplicación de oxidante alguno.

- No se alteran las propiedades organolépticas.

www.cebe.es  
centro@cebe.es

**Q-pipe: LA SOLUCIÓN AL REGISTRO DE VOLÚMENES DE RIEGO EN COMUNIDADES DE REGANTES CON SISTEMAS POR GRAVEDAD**



**Q-pipe**

- **MEDICIÓN DE CAUDAL Y VOLUMEN:** Permite la medición de caudales instantáneos y el registro continuo de volúmenes entregados.
- **LECTURA DIRECTA** del volumen en metros cúbicos.
- **REQUIERE MÍNIMO DESNIVEL:** Especialmente apto para sistemas de distribución por gravedad (acequias y tuberías de baja presión).
- **PERMITE LA MEDICIÓN DE AGUAS NO FILTRADAS.**
- **ROBUSTO Y PRECISO:** Construido con materiales inalterables en condiciones de campo.
- **FUNCIONAMIENTO TOTALMENTE AUTÓNOMO:** No requiere ningún tipo de energía eléctrica ni baterías o placas solares.

A partir de ahora se podrá conocer el volumen de riego con solo leer el contador, en forma tan sencilla como se realiza con el consumo de agua en los hogares o la industria.



**ACEQUIA INNOVA**

Ctra. Bética, 163, Nave 3 • P. I. El Cádizamo I  
41300 S. José de la Rinconada • SEVILLA • Tel./Fax: 954 793 910  
www.acequia-innova.es / info@acequia-innova.es



**hemos hecho el camino juntos, ahora tenemos un gran futuro por delante**

En Grupo TPM hemos andado el camino de la agricultura intensiva desde sus inicios. Hemos participado de ese crecimiento y gracias a nuestro afán innovador, hemos dado al mercado todas las necesidades técnicas que ha demandado en todo momento.

Seguimos investigando y avanzando porque a todos nos queda mucho camino por hacer y, como siempre, lo haremos juntos.



**Grupo TPM**  
tecnología líder en plásticos para la agricultura



**Platos para frutas y verduras**  
 40 x 40 Impresión en flexo o offset de alta calidad.  
 40 x 30 Tipo Platform o columnas.  
 50 x 40 Tipo Platform o columnas.  
 50 x 35 Resistible 100 °C.  
 30 x 20...

**Formatos especiales**  
 Con asa.  
 Con asa.  
 Maletines.  
 Con tapa plástica.  
 Con ventanas...

**Tarrinas para preenvasado**  
 Gran cantidad de formatos.  
 Personalizable 100 °C con su marca en impresión flexo o offset de alta calidad.  
 Resista al medio ambiente.  
 Resistible 100 °C.

**Lucha biológica**  
 Cestitas contenedores.  
 Ventiladores.  
 Alta calidad de impresión offset.

**Un envase para cada necesidad**

Pol. Ind. La Redonda, 95  
 04710 Sta Mª del Águila - El Ejido (Almería)  
 Tlf: 950 580 712 - Fax: 950 580 669  
 comercial@ejidocarton.com

www.ejidocarton.com



**Nueva malla ultraligera y 100% reciclable resultando además de cómoda, totalmente ecológica.**

### **E-pack, de Daumas** **Ventajas a los envases tradicionales**

E-pack es un envase que reduce drásticamente el peso de los consumibles, lo que significa una mayor ahorro económico y más respeto por el medio ambiente.

Gracias a una nueva malla ultraligera, el peso total de los consumibles para producir un envase de un kilo es de 3 gramos.

Si se tiene en cuenta que el peso medio de un envase básico o de una simple bolsa de polietileno es de unos 6 gramos, la propuesta resulta revolucionaria y muy adecuada para afrontar la reducción de costos necesaria en los momentos actuales.

El nuevo envase es, además, 100% reciclable. Con ambas características se

atiende a las políticas medioambientales que exigen una disminución importante en el peso del embalaje.

Las restricciones que ya plantean algunas cadenas de supermercados al acceso gratuito de las clásicas bolsas de asa, genera un inconveniente para los consumidores que este nuevo envase resuelve gracias a su cómoda y resistente asa de transporte (hasta 5 kg).

El film del asa sirve además como soporte publicitario, permitiendo también la impresión de los datos variables (peso, código de barras, etc.).

Esto se realiza mediante sistema de impresión por termotransfer y se evita así la etiqueta de papel, que supone un costo adicional y dificulta el reciclado en los envases convencionales.

[www.daumas.es](http://www.daumas.es)

### **Mat Tiempo** **Atmósfera controlada**

Los módulos Mat Tiempo permiten conservar los frutos durante largo tiempo, manteniendo al mismo tiempo su calidad gustativa y su turgencia.

Invertir en Mat Tiempo es un pequeño esfuerzo en relación a la rápida recompensa. En efecto, gracias a la muy escasa pérdida de peso (<1.5%), debida a la higrometría próxima al 100% dentro del módulo, la fruta (pesa su peso sobre la balanza) mantiene su peso original. En consecuencia, hay un rápido retorno de la inversión, que además puede utilizarse varias veces durante un año.

Mat Tiempo respeta la calidad y el funcionamiento de la estructura de cada productor, pequeño o grande. De fácil uso y mantenimiento, Mat Tiempo se adapta a muchos frutos, como manzana, ciruela, cereza y kiwi. Su facilidad de sacarlo de cámara con "cuentagotas" permite una libertad de comercialización con una garantía de frescura.

**ilerfred**  
 INDUSTRIAL LERIDANA DEL FRIO S.L.

**frío industrial y comercial**  
**aire acondicionado**  
**atmósfera controlada**  
**instalaciones y asistencia técnica**

Pol. Ind. "El Segre" . C/ Empresari Josep Segura i Farré, 706-1  
 25191 LLEIDA . Teléfono 973 20 24 41 - Fax 973 21 08 13



# Crecimiento en buenas manos

Gramoflor GmbH & Co. KG Turbas y Substratos C/Satelles 3 E-46701 Gandia (Valencia) www.gramoflor.com

**GRAMOFLOR**

icalidad desde el principio!



**La calidad que dura**

**En su cámara frigorífica clásica, obtenga una atmósfera controlada según sus necesidades con la ayuda de los módulos MAT TIEMPO**

**Patente innovadora**

- Equilibrio O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> natural, escasa inversión
- Facilidad de venta, facilidad de colocación
- Entrada y salida en cámara en pequeños volúmenes
- Mantenimiento del frescor del fruto (crocante, turgente)

**Buscamos distribuidores para las zonas de Cáceres, Badajoz, Valencia y Murcia: [www.mattiempo.com](http://www.mattiempo.com)**

**Cereza: conservación hasta 25 días para 160 kg**

Société JANNY - La Condemine - 71260 Péronne France - Tél. +33 (0)3 85 23 96 20  
Fax +33 (0)3 85 36 96 58 - [www.mattiempo.com](http://www.mattiempo.com) - Email: [mattiempo@wanadoo.fr](mailto:mattiempo@wanadoo.fr)

En caso de intemperie o de cosecha escasa Mat Tiempo permite elegir los días de comercialización en función de las cotizaciones.

Numerosos productores de Francia, España, Bélgica, Suiza, Alemania, Reino Unido, Chile, ..., han quedado seducidos por los resultados y recomienzan con entusiasmo este año. "Es una solución que responde a las expectativas del cliente en relación calidad precio y en relación al medio ambiente".

**Uso de los módulos Mat Tiempo por los productores españoles en la región de Zaragoza. En la imagen, a la derecha, Jorge Gil, de Agrícola Gil, acompañado por su hermano Carlos, de Agro 21, empresa distribuidora de este producto en su zona.**

Buscamos distribuidores para las zonas de Cáceres, Badajoz, Valencia, Murcia.

[www.mattiempo.com](http://www.mattiempo.com)



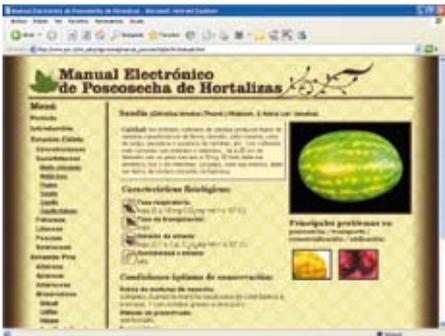
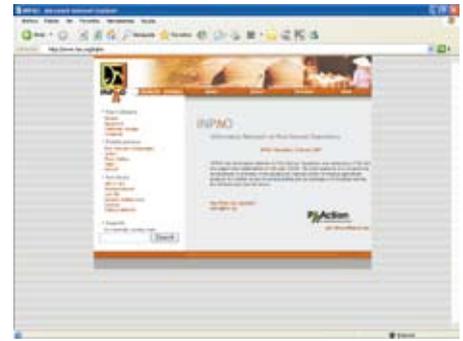
## Los mejores esquejes... Probablemente Sí

- Geranios
- Impatiens
- etc.

**HORTICULTURA CASTELLÓN, S.L.**

Apdo. de Correos, 324  
12080 Castellón  
Tel.: +34 964 20 02 63  
Fax: +34 964 20 02 43  
[rpereira@horticas.com](mailto:rpereira@horticas.com)  
<http://www.horticas.com>

**horticas**



## Fuentes de información poscosecha en Internet

### Enlaces de interés

Una serie de sitios tienen información relevante sobre poscosecha en internet. Algunas empresas tienen también webs con informaciones de interés general sobre poscosecha, además de la propia de sus productos.

En el listado a continuación se enumeran las webs más globalizantes en su información (la información sobre involuntarias omisiones es bienvenida en el correo agrocon@ediho.es, Asunto: Webs poscosecha).

### Chain of Life Network <http://www.chainoflifefnetwork.org/>

Web especializada en la poscosecha de ornamentales; existe información sobre las características y necesidades poscosecha de un gran número de especies.

### Directorio Poscosecha, Postharvest Directory [www.poscosecha.com](http://www.poscosecha.com) [www.postharvest.biz](http://www.postharvest.biz)

Contienen información comercial y técnica de equipos, materiales y servicios para el acondicionamiento y conservación de frutas, hortalizas y ornamentales. Semanalmente se emite un boletín que recoge información de productos, técnica y general de poscosecha.

### INPhO <http://www.fao.org/inpho>

Information Network on Post-harvest Operations (INPhO) es el equipo que tiene el equipo de la FAO, Organización Mundial para la Alimentación, dedicado a la difusión de temas poscosecha.

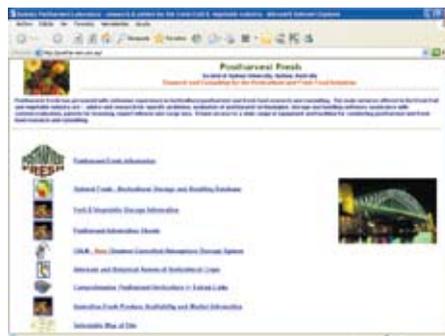
### Laboratorio de fitoquímicos y nutrición <http://www.elhadiyahia.net/>

Web del especialista en poscosecha Elhadi Yahia; en ella da cabida, además de a la información profesional, a opiniones de profesionales vinculados a la poscosecha

### Manual electrónico de poscosecha de hortalizas [http://www.puc.cl/sw\\_educ/agronomia/manual\\_poscosecha/archiv/manual.html](http://www.puc.cl/sw_educ/agronomia/manual_poscosecha/archiv/manual.html)

Un claro y conciso manual con información en español de las principales características poscosecha de las hortalizas, agrupadas por la época de cultivo y por familia botánica.

De reciente aparición al escribir estas líneas, enero 2009. Los autores, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, cuentan con años de experiencia en el tema y una magnífica colección de fotos que ilustran los principales problemas que afectan a las especies tratadas en la poscosecha.





**UC Davis Postharvest Technology**  
<http://postharvest.ucdavis.edu/>

La web del centro de tecnología poscosecha de la Universidad de California.

Contiene "Todo" lo que se sabe de post-cosecha, se actualiza regularmente y emiten un boletín electrónico mensual donde llaman la atención sobre las incorporaciones a la web, actividades organizadas (se llevan a cabo numerosos cursos y jornadas), etc.

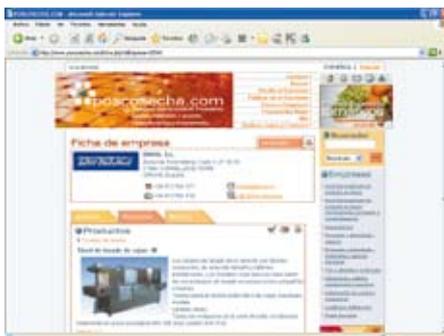
Contiene información en varios idiomas, incluyendo español. Boletín electrónico mensual con información de cursos y técnica.

**Sydney Postharvest Laboratory**  
<http://www.postharvest.com.au>

Muy completa, del nivel de la de UC Davis; también contiene fichas técnicas sobre numerosos productos.

**Plant Disease Diagnostic**  
<http://www.extension.umn.edu/yardandgarden/diagnostics/mainvegetables.html>

Contiene imágenes, la calidad no es una maravilla, de enfermedades de campo y almacén de frutas, hortalizas, ornamentales, hierbas, etc. Está estructurado como para, en base a los síntomas, llegar a la causa.



**Índice anunciantes**

ACEQUIA INNOVA..... 83 Tel/fax: +34-954 79 39 10 <a href="http://www.acequia-innova.es">http://www.acequia-innova.es</a>	INVER. PLÁSTICAS TPM AGRÍCOLA, S.A..... 83 Tel. +34-950 55 81 64 - Fax: +34-950 58 13 27 <a href="http://www.grupotpm.es">http://www.grupotpm.es</a>
BESSELING ESPAÑA, S.L. .... 35 Tel.: +34-972 13 07 39 - Fax: +34-972 130 739 <a href="http://www.besseling-group.com">http://www.besseling-group.com</a>	MAT TIEMPO ..... 85 Telf.: +33(0)385 23 96 20 - Fax: +33(0) 385 36 96 58 <a href="http://www.mattitempo.com">http://www.mattitempo.com</a>
CENTRO DE ESTUDIOS DE BIOSEGURIDAD..... 61 Tel.: +34-950 60 68 04 <a href="http://www.cebe.es">http://www.cebe.es</a>	MERCABARNA ..... 34 Telf.: +34-93 335 53 00 - Fax: +34-93 335 29 40 <a href="http://www.mercabarna.es">http://www.mercabarna.es</a>
DAUMAS ..... 39 Tel.: +34-964 58 40 77 - Fax: +34-964 59 00 23 <a href="http://www.daumas.es">http://www.daumas.es</a>	PONIENTEPLAST, S.A. .... 29 Tel.: +34-950 60 33 25 - Fax: +34-950 55 83 33 <a href="http://www.ponienteplast.es">http://www.ponienteplast.es</a>
DIAMOND SEEDS, S.L. .... 1 Tel.: +34-93 370 96 69 - Fax: +34-93 379 57 61	POPPELMANN IBÉRICA, SRLU ..... 43 Tel: +34-93 754 09 20 - Fax: +34-93 754 09 21 <a href="http://www.teku.com">http://www.teku.com</a>
EDICIONES DE HORTICULTURA, S.L..... ..... C.P.I, 2, 37, 57, 68, 73 Telf.: +34-977 75 04 02 - Fax: +34-977 75 30 56 <a href="http://www.horticom.com">http://www.horticom.com</a>	PRODUCTOS CITROSOL, S.A. .... 11 Tel.: +34-96 280 05 12 - Fax: +34-96 280 08 21 <a href="http://www.citrosol.com">http://www.citrosol.com</a>
EJIDO CARTÓN, S.L. .... 84 Tel.: +34-950 58 07 12 - Fax: +34-950 58 06 69 <a href="http://www.ejidocarton.com">http://www.ejidocarton.com</a>	ROTER ITALIA, SRL ..... 41 Tel.: +39-0386 32691 - Fax: +39-0386 31250 <a href="http://www.forigo.it">http://www.forigo.it</a>
FERTIRIEGO CONSORCIO, S.L. .... 23 Tel.: +34-965 94 35 00 - Fax: +34-965 65 77 70 <a href="http://www.fertiriego.es">http://www.fertiriego.es</a>	SAKATA SEED IBERICA, S.L..... C.P.3 Tel.: +34-96 356 34 27 - Fax: +34-96 356 34 04 <a href="http://www.sakata-eu.com">http://www.sakata-eu.com</a>
FOMESA FRUITECH, SLU..... 15 Tel.: +34- 96 121 18 62 - Fax: +34-96 121 41 13 <a href="http://www.fomesa.com">http://www.fomesa.com</a>	SYNGENTA SEEDS, S.A. .... 25 Tel: +34-950 33 90 01 - Fax: +34-950 55 41 40 <a href="http://www.sg-vegetables.com">http://www.sg-vegetables.com</a>
GRAMOFLOL GMBH & CO. KG..... 85 Tel.: +34-96 295 40 05 - Fax: +34-96 295 45 45 <a href="http://www.gramoflor.com">http://www.gramoflor.com</a>	TECNIDEX, TÉCNICAS DE DESINFECCIÓN, S.A. .... C.P.2 Telf.: +34-96 132 34 15 - Fax: +34-132 10 77 <a href="http://www.tecnidex.es">http://www.tecnidex.es</a>
GREEFA MACHINEBOUW B.V. .... 21 Tel.: +31-(0)345-57 81 00 - Fax: +31-(0)345-57 82 00 <a href="http://www.greefa.com">http://www.greefa.com</a>	TOZER IBÉRICA, SLU ..... 71 Tel.: +34-968 43 75 58 - Fax: +34-968 53 72 18 <a href="http://www.tozerseeds.com">http://www.tozerseeds.com</a>
HORTICULTURA CASTELLÓN, S.L..... 85 Tel.: +34-964 20 02 63 - Fax: +34-964 20 02 43 <a href="http://www.horticas.com">http://www.horticas.com</a>	TR TURONI, SRL ..... 63 Tel.: +39-0543 724848 - Fax: +39-0543774670 <a href="http://www.trsn.com">http://www.trsn.com</a>
INDUSTRIAL LERIDANA DEL FRÍO, S.L..... 84 Tel.: +34-973 20 24 41 - Fax: +34-973 21 08 13 <a href="http://www.ilerfred.com">http://www.ilerfred.com</a>	VILMORÍN IBÉRICA, S.A..... 65 Telf.: +34-96 592 76 48 - Fax: +34-96 592 20 44 <a href="http://www.vilmorin.com">http://www.vilmorin.com</a>



**Alicia  
Namesny  
Vallespir**

*Dr. Ing. Agr.  
agrocon@ediho.es*



Poscosecha

# Un hilado cada vez más fino

Hace unos meses escuché, por primera vez, el concepto de “poscosecha de precisión”, por boca del Dr. Christian Krarup, especialista chileno en esta materia, Pontificia Universidad Católica de Chile. El docente e investigador enfatizaba el enorme potencial que tiene el aumento de la precisión de los conocimientos en la aplicación de técnicas y materiales actualmente ya en uso. Uno de los ejemplos que ponía era el varietal; ya no es de recibo el hablar de comportamiento de especies sin indicar la variedad a que se refiere un dato. Y entre las variedades, hay diferencias en el comportamiento una vez recolectadas que resultan una sorpresa para los propios investigadores... y que llevan asociado un potencial comercial. Esto sin hablar de las variedades ya difundidas que han sido seleccionadas por sus características “larga vida”.

El recordar el concepto de “poscosecha de precisión” a la hora de escribir estas líneas es porque creo que no hay forma de definir, más sucintamente, los contenidos de este número de la revista Horticultura. Es la primera vez que se aborda este tema en un número Extra, una edición especial que se hace una vez al año y que ya tiene una tradición que va más allá de una década con 16 números dedicados a temas tales como fertirrigación, cultivos sin suelo, climas templados, la horticultura europea, viveros, etc.

Los autores de los diferentes artículos y opiniones constituyen un elenco de vanguardia; especializado en poscosecha y necesidades del comercio. El tratamiento de los temas es un recorrido por los conocimientos más actuales, sin olvidar por ello la labor de recordar lo que se sabe desde hace más o menos tiempo..., pero aún de aplicación mejorable. A través de estas líneas agradecemos su participación, que nos enorgullece y prestigia este número, haciendo de él un compendio de respuestas a “qué hay de nuevo en poscosecha”.

Las Primeras Líneas de Elhadi Yahia ponen de manifiesto de manera dramática la persistente importancia del tema “poscosecha”; bastaría con reducir las pérdidas en esta etapa... para que los alimentos alcanzaran para todos los habitantes de este planeta. La puesta en práctica de lo que ya se conoce y el aprovechamiento del continuo flujo de novedades en equipos, materiales y tecnología, es una obligación.



La persistente importancia del tema “poscosecha”; bastaría con reducir las pérdidas para que los alimentos alcanzaran para todos los habitantes de este planeta. El aprovechamiento del continuo flujo de novedades en equipos, materiales y tecnología, es una obligación.



# TECNIDEX

## abanderando "La Postcosecha"



Leading "The Post-Harvest" / Porte-drapeau de la "Post-Récolte"

### Textar®

SANIDAD



HEALTH - SANTE

#### Fungicidas y Desinfectantes

Fungicides and Disinfectants  
Fongicides et Désinfectants

### Teycer®

SANIDAD



HEALTH - SANTE

#### Ceras y Detergentes

Waxes and Detergents  
Cires et Détergents

### Control-Tec® DOS

## CONTROL-TEC®

TECNOLOGIA



TECHNOLOGY - TECHNOLOGIE

#### Dosificación y Aplicación

Dosage and Application  
Dosage et Application

### Control-Tec® CAM

TECNOLOGIA



TECHNOLOGY - TECHNOLOGIE

#### Desverdización y Conservación

Ripening and Preservation  
Mûrissement et Conservation

### VÍA-VERDE®

SERVICIOS



SERVICES - SERVICES

#### Servicios Consultoría

Consulting Services  
Services de Conseil



SERVICES - SERVICES

#### Servicios Postventa

Post-sale Services  
Services Après-vente

Euroagro.Fruits  
'09



Marca la Calidad  
Marca la Diferencia.



TECNIDEX, Técnicas de Desinfección, S.A.U. C/ Ciudad de Sevilla, 45-A  
46986 Polígono Industrial Fuente del Jarro (Paterna) Valencia ESPAÑA  
Teléfono: \* +34-96 132 34 15 • Fax: +34-96 132 10 77  
E-mail: admon@tecnidex.es • www.tecnidex.es



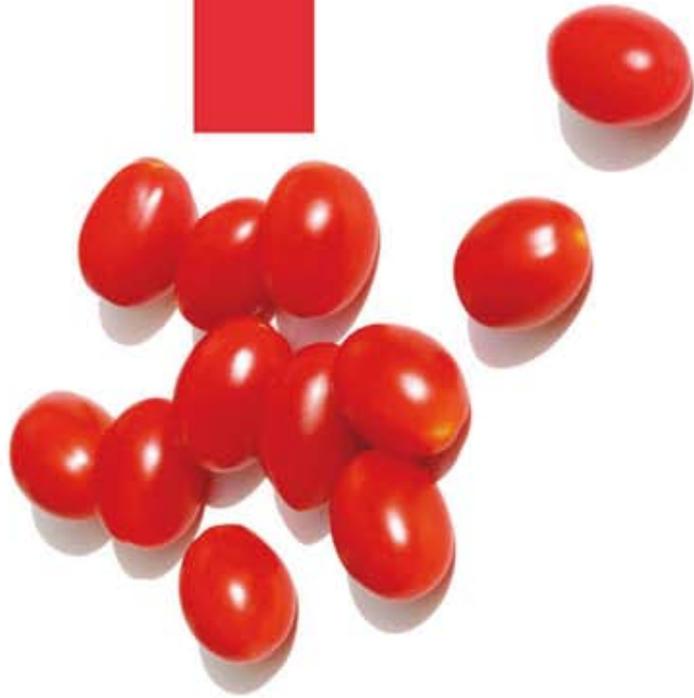
El diseño y desarrollo de la información es la responsabilidad de los Autores. Prohibida la reproducción, total o parcial, sin el consentimiento escrito de los autores.



Sanidad y Calidad  
en Frutas y Hortalizas

# Mini Star

Un cherry pera  
con sabor de principio a fin



Sakata Seed Ibérica, S.L. - Pza. Poeta Vicente Gaos, nº 6 bajo - 46021 Valencia  
Telf.: +34-96 356 34 27 - Fax: +34-96 356 34 04 - sakata.iberica@sakata-eu.com - <http://www.sakata-eu.com>



**SAKATA**<sup>®</sup>