



## Fruta dulce - Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

XVIII Jornada Técnica de Poscosecha, IRTA, Lleida

Alicia Namesny

[Poscosecha.com](http://Poscosecha.com)



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

2019

## Fruta dulce - Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

Alicia Namesny

[info@poscosecha.com](mailto:info@poscosecha.com)

[Poscosecha.com](http://Poscosecha.com)

### Índice

1. Problemática poscosecha de la fruta de hueso y pepita.....	3
1.1. Poscosecha de fruta de hueso.....	4
1.2. Poscosecha de fruta de pepita .....	10
2. Enfermedades emergentes en poscosecha.....	14
3. Utilización de compuestos volátiles para la detección precoz de contaminación fúngica y otros defectos .....	17
3.1. Trabajos en fresa .....	19
3.2. Trabajos en otras especies .....	21
3.3. El futuro .....	23
4. Post-maduración de la fruta dulce o “Affinage” .....	24
4.1. La maduración de los frutos .....	25
4.2. La post-maduración de los frutos o "affinage" .....	27
4.3. ¿Cómo se realiza el “affinage”?.....	28
4.4. La duración del “affinage” varía entre cultivares de pera.....	31
4.5. Precauciones y consecuencias.....	32
5. Tendencias sociales y packaging en fruta.....	34

Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

5.1. Reducción de plásticos .....	34
5.2. Reducción del desperdicio.....	37
5.3. Conveniencia .....	39
5.4. Seguridad alimentaria y transparencia.....	39
6. Soluciones DECCO para fruta de pepita y de hueso .....	42
6.1. Tratamientos fungicidas .....	42
6.2. Tratamientos para evitar el escaldado y mantener la calidad ....	44
6.3. El futuro es del control biológico.....	46
7. Peras firmes al cabo de 6 meses de conservación en ACD y 3 semanas en frío normal.....	46
8. Limpieza del aire en las cámaras .....	49
9. Los envases de aire para frutas y hortalizas .....	50
9.1. Ligereza.....	51
9.2. Protección de los golpes.....	52
9.3. Certificado de sostenibilidad .....	52
9.4. TotalPackSystem.....	53
10. Logística .....	53
<b>INFORMACIÓN COMERCIAL</b> .....	56
ILERFRED .....	57
ISOLCELL .....	59



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Los cultivos de manzana y pera constituían hasta hace unos años en Cataluña el 80% de los frutales y esta proporción ha cambiado a favor de la fruta de hueso, que ahora constituye el 60%. La fruta de hueso es cada vez más importante, ... lo que también ocasiona que muchas veces el precio que se paga al agricultor no sea rentable. Asociado a ello, la problemática poscosecha de la fruta de hueso aumenta su incidencia. No obstante, una de las sesiones estuvo dedicada a un tema de gran interés para evitar el descenso del consumo de fruta como es ofrecer pera en su punto de consumo al mercado, para lo que se contó con la experiencia de Francia.

La XVIII Jornada Técnica de Poscosecha, un encuentro que se lleva a cabo anualmente, convocado por el IRTA de Lleida, tuvo lugar el 9 de mayo y en su temática recoge los cambios en la importancia de las especies frutales. Los actos de apertura y cierre también recogen cambios, en este caso, en el organigrama del IRTA. La apertura estuvo a cargo de Josep Usall, hasta recientemente Jefe del Programa de Poscosecha del IRTA y actualmente, Director General de esta institución, quien además estuvo presente durante toda la Jornada. El cierre y moderación de las intervenciones estuvo a cargo de Neus Teixidó, actual Jefe del Programa Poscosecha.

## **1. Problemática poscosecha de la fruta de hueso y pepita**

Elena Costa, Directora del Programa Poscosecha del IRTA, realizó, como es habitual, un repaso por los aspectos más relevantes de la campaña pasada, comenzando por el "Plan de acción para la fruta dulce" de la Generalitat de Cataluña, cuya primera medida es el plan de arrancadas, seguido de un programa de promoción, marketing, innovación y

formación, medidas que buscan dar una respuesta a los problemas de rentabilidad de los productores.

La investigadora analizó el desarrollo de la campaña 2018 para los grandes grupos de frutas, hueso, particularmente, melocotón y nectarina, y pepita (pera y manzana).

### **1.1. Poscosecha de fruta de hueso**

Dentro de la poscosecha de fruta de hueso, las principales problemáticas o tendencias de la pasada campaña fueron las siguientes:

#### **Aumento de la incidencia de podridos**

La tónica de la campaña fue un aumento de la incidencia de patógenos en poscosecha de fruta de hueso (melocotón, paraguay, nectarina), sobre todo de cara a final de campaña. Monilinia sigue siendo el hongo prioritario en estas especies y se ha visto durante los últimos años un incremento considerable de la presión de inóculo del mismo. La ponente indica que esto podría ser debido al incremento de pedregadas en la zona o a un cambio en las estrategias durante los últimos años en cuanto al uso de productos fitosanitarios en fincas.

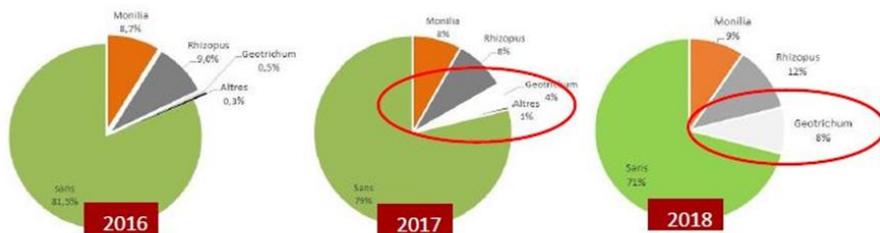
El incremento de riesgo propicio un aumento en el uso de tratamientos poscosecha en línea desde casi el inicio de la campaña, con una elevada eficiencia de los mismo para el control del hongo. Existen dos materias activas utilizadas en poscosecha. Fludioxonil (Sholar® y Textar 60F®) y pirimetanil (DeccoPyr® y Xedathane 20®).

Los productos fungicidas se pueden utilizar en distintos momentos: drencher, en forma de fumígenos en cámara, en balsa de volcado o tratamiento en línea (ducha) que es el sistema más utilizado. La ponente indica que el uso en drencher puede suponer en el caso del fludioxonil un

incremento en el residuo de hasta 4-5ppm, también se indica que se debe tener en cuenta que el pirimetanil tiene poco efecto sobre Rhizopus. Otro de los inconvenientes señalados por la ponente es el fuerte olor a clavo en las salas de confección cuando se utiliza el producto Xedathane 20® en línea mediante boquillas a presión.

El módulo de aplicación es otro factor esencial para la efectividad de los tratamientos. El caudal (litros por hora, litros por tonelada), el tipo de superficie (donuts, cepillos, rodillos) deben ser tenidos en cuenta. De hecho, en el mes de junio el IRTA organizó una demostración en la se habló de la parametrización de los módulos de aplicación y de metodologías para verificar su eficacia.

Las gráficas a continuación muestran la incidencia de hongos en entradas durante el año 2018 y la comparativa respecto al 2016 y 2017 (Figura 1).



**Figura 1.** Incidencia de hongos en entradas durante los años 2016, 2017 y 2018

La campaña 2018 experimentó un crecimiento de los hongos patógenos en poscosecha. Analizando lo que ocurrió con los principales patógenos se observa que:

- Monilinia, un hongo favorecido por temperatura y humedad relativa altas tuvo una incidencia mayor este año, sobre todo a final de campaña por las causas ya descritas.

- Rhizopus supone un 8-12% de la incidencia. Una temperatura inferior a 5°C inhibe considerablemente su desarrollo. Se suele detectar en meses de mucho calor y con pocas lluvias: es típico del mes de julio.
- Geotrichum es un patógeno que necesita de una alta humedad relativa y una temperatura superior a los 30°C para crecer. Las pedregadas pudieron aumentar su incidencia, así como las altas temperaturas y lluvia que se produjeron en julio. En finca puede ser infección primaria y luego Monilinia ser secundaria. Ninguna de las dos materias activas autorizadas en poscosecha, fludioxonil y pirimetanil tienen efecto sobre Geotrichum, por lo que las medidas de profilaxis, limpieza y desinfección son especialmente importantes para evitar que se "instale" en las superficies de la línea de confección y produzcan pérdidas cuantiosas. El cloro si es efectivo y es "imprescindible en las balsas de volcado, desinfectar donuts, cepillos, cazoletas, cintas y tapices".

### **Gestión de las balsas de volcado en agua - Presencia de cloratos**

El cloro es altamente efectivo como desinfectante en las líneas de volcado en agua, sin embargo, una incorrecta gestión de esta agua provoca un acumulo de materia orgánica la cual degrada rápidamente el cloro. Como consecuencia se debe re-añadir para mantener las concentraciones estables. Un efecto secundario del uso de cloro es la presencia de cloratos en el agua que pueden llegar a provocar presencia de residuo en fruta. Durante el último año, el supermercado alemán LidL ha marcado a sus proveedores el límite 0.01 ppm, valor que se supera sino se gestiona correctamente el cloro de las balsas.

El nivel de cloratos, además del tipo de cloro, depende del nivel de cloro aplicado (ppm utilizadas), la frecuencia de renovación del agua y las re-adiciones de cloro (relacionadas con las toneladas por hora trabajadas y los turnos de trabajo).

Para minimizar la presencia de cloratos es imprescindible el enjuagado posterior en balsa y renovación y limpieza del agua de volcado. No cabe duda de que en un futuro se tendrán que buscar alternativas al uso del cloro como desinfectante del agua de volcado.

### **Defectos en la piel**

Algunas centrales de la zona han empezado a tener problemas de defectos en la piel que provocan destrío y reclamaciones. Principalmente se pueden destacar dos tipologías que preocupan al sector:

El **inking**, alteración del color de la piel de la fruta de hueso que ocurre como consecuencia de daños mecánicos que ponen en contacto antocianos y otros pigmentos fenólicos con metales pesados como hierro (Fe), cobre (Cu) o aluminio (Al) (Figura 2). Los factores que influyen en la aparición de inking, además de los propios daños mecánicos en cualquier momento del proceso son: la variedad (contenido de fenoles), climatología y abonado, así como la presencia de metales sobre la superficie del fruto que pueden provenir de aplicaciones foliares, abonado, agua de riego o agua del atomizador. Otro punto a tener en cuenta es el pH del agua del atomizador o la balsa de volcado, puesto que cuanto mayor es el pH, mayor es la incidencia.



**Figura 2.** Daños por inking

El **skin burning**, quemado de la piel, también tiene en su base los compuestos fenólicos y ocurren cuando éstos se ponen en contacto con la enzima polifenoloxidasas, PPO, que los oxida y da lugar al pardeamiento de la zona. En este caso, el daño se provoca por abrasión, el contacto con soluciones de pH elevado (mayor que 8), y la sensibilidad varietal incrementan el daño (Figura 3).



**Figura 3.** Skin burning en dos variedades de melocotón

### **Extender la conservación de fruta de hueso**

Prolongar la conservación de la fruta de hueso, permite regular el mercado modulando los picos de producción para equilibrar la oferta y la

demanda. Al mismo tiempo conocer el potencial de conservación permite llegar a mercados más lejanos, un objetivo que cobró importancia en la fruticultura española con el cierre del mercado ruso.

PRODECA, <https://www.prodeca.cat>, el organismo dedicado a la promoción de exportaciones de Catalunya, llevó a cabo un proyecto, dirigido por la **investigadora Gemma Echevarría, IRTA**, en que se evaluó el potencial de las variedades para ser transportadas a larga distancia en función de la susceptibilidad a sufrir daños internos (debidos básicamente a daños por frío consecuencia de la prolongada permanencia a temperaturas bajas y que se manifiestan en forma de pardeamiento de la pulpa, harinosidad, gelificación de la pulpa, etc.). Se establecieron tres grupos de variedades, que muestran conservaciones conservación hasta 14 días, de 21 a 28 días, de 35 a 42 días. En la Figura 4 se pueden observar la clasificación por grupos (hasta 14 días, de 21-28 días y más de 28 días) de las variedades que se provocaron en el estudio, indicando así el destino hasta el que podrían llegar.



**Figura 4.** Grupos de variedades de melocotón y nectarina según su potencial de conservación

Otra de las técnicas cada vez más utilizadas por el sector en fruta de hueso es la atmósfera controlada que permite regular picos de producción y alcanzar tiempos de conservación que, según variedad, van de 21 a 40 días. Es importante cuidar que no se produzca una deshidratación excesiva. Elena Costa destaca que las AC no controlan los daños por frío. Recomienda en las variedades de final de campaña realizar tratamientos poscosecha con botes fumígenos para evitar podredumbres.

## 1.2. Poscosecha de fruta de pepita

### Problemáticas en la poscosecha de pera

La tónica de la última campaña ha sido una disminución de la producción en pera (casi un 11% de disminución en Cataluña; en Aragón fue aún más marcado, un 18%. La Rioja fue la menos afectada, con una disminución que no llegó al 2%) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Producción de pera en Cataluña

Previsió de collita 2018 i producció 2017 (t) de pera Catalunya

Font: DARP-Afrucat

CATALUNYA	Barcelona	Tarragona	Lleida	Girona	Previsió 2018	Producció 2017	Var (%) 2018/17
- Blanquilla	100	90	12.750		12.940	14.153	-9%
- Limonera		10	19.180		19.190	21.833	-12%
- Conference	60	30	69.470	1.420	70.980	72.963	-3%
- Ercolini	160	320	4.790		5.270	6.267	-16%
- Williams i Bartlet			16.150	240	16.390	19.095	-14%
- Altres (estiu i tardor)	150	590	11.860	2.020	14.620	17.536	-17%
<b>TOTAL</b>	<b>470</b>	<b>1.040</b>	<b>134.220</b>	<b>3.690</b>	<b>139.420</b>	<b>151.847</b>	<b>-8%</b>

Las lluvias en primavera afectaron a la floración y cuajado. Disminuyó en particular la producción en Ercolini, Limonera, Williams / Bartlett, todas ellas variedades de verano. En general el calibre fue menor, dependiendo

de la finca y hubo granizadas en abril que afectaron la calidad del producto.

El imazalil vio disminuido su uso como fungicida poscosecha debido a los cuestionamientos de los supermercados; debido a la posibilidad de la disminución del LMR de esta materia activa.

Las prácticas en relación a la aplicación de fungicidas para prolongar la conservación en pera Conferencia, para el control de *Penicillium*, varían según las zonas y se favorece determinado fungicida. Así pues, en Lleida, un 61% de la fruta NO recibe ningún tratamiento mientras que en Aragón y La Rioja se aplica fungicida y fungicida más recubrimiento respectivamente a casi la totalidad de la fruta (Figura 5).



Figura 5. Uso de fungicida en pera Conference por zonas

El principal fungicida usado en todas las regiones es Scholar (fludoxinil), seguido por imazalil y pirimetanil.

En relación a las afecciones fitopatológicas, se observó un aumento de **podredumbre negra dura** que se presenta sobre todo en la zona del cáliz, aunque también aparece en las zonas de contacto de los frutos. En laboratorio se identificó como *Alternaria* aunque existía la duda que pudiera tratarse de *Stemphylium*, pero éste no crece en cámara. Una hipótesis señala que pueda tratarse de un ataque de filoxera, *Aphanostigma pyri*, con infecciones secundarias de alguno o ambos de

los hongos mencionados antes, algo que favorecen las picaduras de esta plaga.

La lenta evolución de la maduración durante la campaña llevó a que la recolección fuera retrasada. Se presentaron pocas fisiopatías en conservación.

Se destaca que el uso de ventilación fija permitió disminuir el problema de deshidratación, puesto que evita los saltos térmicos que se producen cuando se trabaja con ventilación discontinua. La fruta tratada con 1-MCP mostró baja propensión al escaldado y tampoco hubo una incidencia alta de cavernas o descomposiciones internas.

Elena Costa comenta la demanda de los supermercados de peras con firmeza inferior a 4 kg para aumentar el consumo, lo que pasa por usar técnicas de "affinage", maduración, un tema que se trató en la misma Jornada y no exento de problemas por las condiciones de alta temperatura y humedad bajo las que se realiza y que debe tener en cuenta si la fruta ha sido tratada o no con 1-MCP para establecer estrategias diferentes.

## **Problemática en poscosecha de manzana**

### *Desverdización en manzanas Golden*

Otra demanda del mercado, acusada por la promoción durante la última década de las manzanas italianas, es Golden de color amarillo. Se trata de mejorar el color de las Golden locales mediante desverdizado, con un protocolo basado en un aumento de temperatura y tiempo de tratamiento, que tiene como efecto negativo una disminución de la firmeza.

Este protocolo se suele realizar cuando el producto ya está envasado y clasificado por color. Sin embargo, los resultados obtenidos son mediocres puesto que no se consigue una total coloración amarilla, aumentan los defectos de piel y disminuye la firmeza y el potencial de vida en el lineal. Es por esta razón que se ha intentado utilizar la misma técnica en fruta en palot, sin embargo, los inconvenientes son aún mayores puesto que en palot a la salida de cámara en palot existen diferentes grados de maduración y se produce un aumento de la incidencia de podrido y deshidratación, además la fruta muestra una mayor sensibilidad a golpes en la manipulación posterior.

Se han ensayo técnicas como aumentar la temperatura de las cámaras durante la conservación, pero se descartó totalmente porque conservar a temperaturas superiores a las óptimas disminuye el potencial de conservación, incrementa el escaldado de senescencia sobre todo en Golden Reinders, aumenta los defectos de piel y la incidencia de bitter pit / plara.

Así pues, el desverdizado en poscosecha de Golden es complicado y no existe una solución tecnológica adecuada para conseguirlo con éxito. Es por este motivo que se está intentado que el color amarillo se cree en campo, aumentando la concentración de carotenoides en el fruto, retrasando la fecha de recolección, con nuevos clones, etc.

En resumen, un año más la Dra. Elena Costa hizo un repaso exhaustivo de los principales problemas o dudas que preocupan al sector, la ponente puso de relieve la importancia que la poscosecha de fruta de hueso está teniendo estos últimos años. Así mismo, una de las inquietudes que tienen las empresas es conseguir que las frutas lleguen al consumidor en el momento óptimo de consumo. Los supermercados demandan cada vez

más “fruta que coma bien” y esto supone un reto más para la poscosecha que debe establecer protocolos de maduración posterior a la conservación o adaptar la conservación a estos nuevos requisitos de mercado.

## 2. Enfermedades emergentes en poscosecha

Las conocidas como "enfermedades emergentes", abarcan tanto afecciones nuevas como a enfermedades conocidas cuya incidencia aumenta o tiende a aumentar.

Carla Casals, del Programa Postcollita del IRTA, explicó los estudios que se realizan en cuatro patógenos que pueden clasificarse bajo el común denominador de este tipo de enfermedad como son *Alternaria spp.* en manzana y pera y *Rhizopus spp.* y *Geotrichum spp.* afectando a melocotón y nectarina (Figuras 6, 7 y 8).



**Figura 6.** *Alternaria spp.* en pera

Foto cedida por el Grupo de Postcosecha del IRTA



**Figura 7.** *Rhizopus spp.* sobre melocotón  
Foto cedida por el Grupo de Postcosecha del IRTA



**Figura 8.** *Geotrichum spp.* afectando a nectarina  
Foto cedida por el Grupo de Postcosecha del IRTA

La podredumbre causada por *Rhizopus spp.* es de color marrón, blanda y produce descomposición interna del fruto. Se desarrolla muy rápido, forma nidos y se evidencia como un micelio blanco algodonoso con puntos negros al final, los esporangios, que a su vez son los que contienen las esporas. Emite olor a vinagre.

La podredumbre amarga, provocada por *Geotrichum spp.*, es también de color marrón y blanda. También es de desarrollo muy rápido y forma nidos. La esporulación es blanca y el olor es ácido.

*Rhizopus spp.* infecta frutos maduros e inmaduros, especialmente cuando hay heridas. La temperatura óptima de desarrollo son 25 a 26 °C y la mínima indicada en la bibliografía es de aproximadamente 4 °C.

*Geotrichum spp.* es capaz de penetrar no solamente a frutos con heridas sino también frutos sanos. Su temperatura óptima es superior a la de *Rhizopus spp.*, entre 30 y 35 °C, acompañada de humedades relativas muy altas.

*Alternaria spp.* se encuentra en manzana y pera produciendo una podredumbre marrón oscuro casi negra. A diferencia de los anteriores, la consistencia es firme y seca y en general se desarrolla lentamente. Se trata de una enfermedad en clara expansión, lo que lleva a preguntarse sobre la efectividad de los tratamientos que se aplican.

La investigadora explica ensayos realizados en condiciones de laboratorio durante dos años sobre control de enfermedades emergentes inoculadas artificialmente en la fruta. En los años 2017 y 2018 se probaron una serie de fungicidas, incluyendo sales con este efecto, como es el caso del hidrogeno carbonato de potasio al 85% (Figura 9).



**Figura 9.** Inoculación artificial con esporas para ensayos de laboratorio  
*Foto cedida por el Grupo de Postcosecha del IRTA*

Para el caso de fruta de hueso, los resultados indican que los químicos evaluados controlaron *Monilinia spp.*, algunos también pueden controlar *Rhizopus spp.*, pero la efectividad para *Geotrichum spp.* es muy baja.

Para el caso de la fruta de pepita, los tres fungicidas evaluados que actualmente se aplican en campo mostraron ser efectivos para el control de *Alternaria spp.*, tanto en manzana como en pera. Las prácticas culturales, así como las buenas prácticas de profilaxis en campo y en postcosecha ayudan al control de los tres hongos.

### **3. Utilización de compuestos volátiles para la detección precoz de contaminación fúngica y otros defectos**

En el Reino Unido se estima que las enfermedades latentes debidas a hongos causan en los frutos blandos -como fresas y ciruelas-, en torno un

5 al 10% de pérdidas, lo que representa valores de 5 a 7 millones de libras (en torno a un 8% más si se pasa a euros). A ello se suman otras causas que arrojan cifras como en otras partes del mundo, en que casi un 50% de lo que se produce, no se consume, por uno u otro motivo.

La línea de trabajo expuesta por el valenciano **Ángel Medina**, en la que también participa **Naresh Magan**, ambos investigadores de la Universidad de Cranfield, tiene por objetivo estudiar formas de detectar de forma precoz las infecciones.

De esta forma se puede aislar el producto infectado, reducir la dispersión de la infección y permitir un mejor manejo del producto, comercializando antes los productos con mayor riesgo.

Los compuestos orgánicos volátiles (VOC por sus siglas en inglés) son biomarcadores que permiten conocer la presencia, de forma no invasiva, de algunos hongos patógenos.

Los problemas a que se enfrenta este tipo de aproximación provienen del trabajo en situaciones reales como son las bajas temperaturas, las humedades relativas altas, una concentración baja de volátiles en los grandes almacenes donde se almacenan, por ejemplo, las patatas, y la necesidad de una respuesta rápida, especialmente cuando la detección quiere hacerse en las propias líneas de envasado.

En la misma Universidad de Cranfield en la que trabajan estos investigadores existen otros grupos que desarrollan técnicas para detectar explosivos. A ellos recurrieron para contar con su experiencia en el objetivo de desarrollar sensores a gases de bajo costo, compactos y sensibles a muchas trazas de volátiles.

En la charla durante la XVIII Jornada Ángel Medina explicó dos de las tareas realizadas en el marco de esa línea de investigación.

Una se refiere al desarrollo de sensores fotónicos no invasivos para detectar infecciones latentes de hongos y podredumbres o desórdenes internos en fresa y la otra, englobada bajo la sigla QCAP, control de calidad de productos agrícolas interactivo y en tiempo real. En este proyecto participan también los investigadores Sofia Kourmpetli y Leon Terry.

En la línea para detección de infecciones latentes en fresa el desafío es trabajar en condiciones industriales reales para detectar infecciones aún no visibles en las fresas dentro de las tarrinas, al tiempo que son pesadas y etiquetadas.

En la otra línea se trabajó con los hongos que son causa más frecuente de podredumbre en frutas y hortalizas como son Monilina, Cladosporium, Botrytis, Penicillium y Mucor.

Ambas líneas de investigación cuentan con una serie de otras instituciones y empresas que participan en ellos como socios de Cranfield University.

### **3.1. Trabajos en fresa**

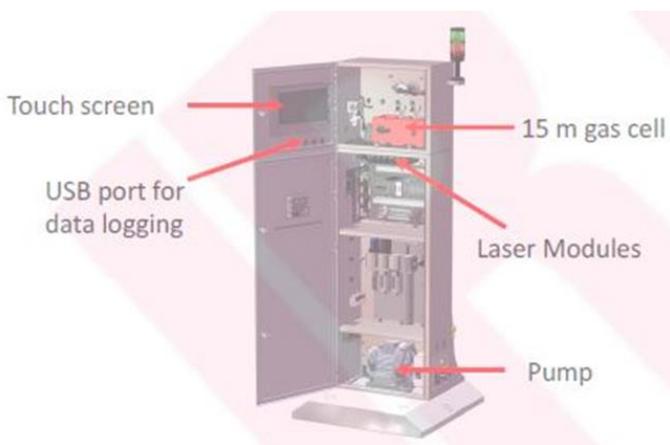
En el caso de la fresa, East Malling Research, Berry Gardens y Cascade Technologies. En UK producen fresa durante 10 meses y Berry Gardens es responsable de la mitad de la producción.

Cascade Technologies tiene a cargo la fabricación de un espectroscopio basado en la absorción laser usando la ley de Beer Lambert (Figura 10). Esta ley dice que la absorbancia de una muestra a determinada longitud de onda depende de la cantidad de especie absorbente con la que se

Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

encuentra la luz al pasar por la muestra. Uno de los pasos clave es concentrar los VOC presentes en el aire.

De momento han construido un sistema con 3 láser que permite detectar 3 biomarcadores en un tiempo menor a 20 milisegundos. No necesita consumibles, es de bajo mantenimiento, carga y analiza los datos en el momento, es una técnica no destructiva, es de fácil instalación y totalmente modular (Figura 10).



**Figura 10.** El prototipo de espectroscopio de absorción láser de Cascade Technologies

El análisis de los datos es otro desafío del proyecto ya que la cantidad de biomarcadores detectados y emitidos depende de una serie de factores como son origen del fruto, variedad, tamaño, tamaño de la tarrina y la temperatura (Figura 11).



**Figura 11.** Variabilidad en los volátiles medidos en tres días diferentes

También es diferente la medición si la tarrina se cubre o no con plástico, etc.

La técnica cuenta con muchas posibilidades y ya se están mirando hacia otros mercados potenciales dentro de la industria de los alimentos y bebidas.

### 3.2. Trabajos en otras especies

El proyecto QCAP, <http://www.nweurope.eu/qcap>, se realiza en el marco de Interreg, que agrupa participantes de Norte y Oeste de Europa. Entre ellos están Storex, una empresa holandesa dedicada a la tecnología de almacenamiento en atmósferas controladas.

Si bien el proyecto apunta a las especies hortofrutícolas en general, en el Reino Unido se tomó la patata como modelo, un producto que en este país llega a almacenarse hasta 10 meses en almacenas acondicionados para que la temperatura esté entre 8 y 10C y la humedad relativa entre 90 y 100%, además de las renovaciones necesarias de aire para evitar

llegar a niveles nocivos de gases como el anhídrido carbónico. En Alemania los productos sobre los que se trabaja son manzanas y arándanos y en Bélgica, peras.

Los gases más comunes emitidos por frutas y hortalizas son etanol, acetaldehído, etilacetato, metanol, acetona, etileno y etano, en concentraciones que muestra la Tabla 2.

**Tabla 2.** Gases emitidos comúnmente por frutas y hortalizas en poscosecha, concentraciones habituales en las cámaras frigoríficas y (última columna) sensibilidad que deberían tener los sensores para detectarlos

Species	Concentration in storage room	Required accuracy
Ethanol	1-100 ppbv	10 -100 ppbv
Acetaldehyde	1-100 ppbv	1 -10 ppbv
Ethylacetate	1-100 ppbv	10 -100 ppbv
Methanol	1-100 ppbv	1 -10 ppbv
Acetone	1-100 ppbv	1 -10 ppbv
Ethylene	1-50 ppmv	10 -100 ppbv
Ethane	1-100 ppbv	1 -10 ppbv

El proyecto tiene por objetivo desarrollar un sensor de gases multiespecie (de gas), capaz de detectar cantidades traza y que resulte de bajo costo.

Esto daría a productores y detallistas un aviso temprano si ocurren problemas durante el almacenamiento.

Los compuestos que pueden servir para alertar pueden provenir tanto del propio producto como de los organismos patógenos. En este último aspecto la situación actual es que la mayor parte de la información

disponible sobre los volátiles que cabe encontrar en cada enfermedad proviene de ensayos en medios de cultivo o ensayos que se realizaron a temperaturas mayores que las habituales en almacenamiento. Una parte del proyecto tiene que ver con la detección de biomarcadores de patógenos en situaciones reales, trabajando con *Pectobacterium carotovorum atrosepticum* (antes el género era Erwinia) y con *Fusarium sambucinum*.

El proyecto no descarta otras herramientas como:

- Metalign, un programa de software para el preprocesamiento y la comparación de datos completos de escaneo de masa nominal o precisa usando cromatografía líquida - espectrometría de masas (LC-MS) o de gases (GC-MS)  
<https://www.wur.nl/en/show/MetAlign-1.htm>
- Metaboanalyst, un programa para el análisis estadístico, funcional e integrador de datos de metabolómica  
<https://www.metaboanalyst.ca/>
- AnalyzerPro® es una aplicación de software para datos LC-MS y GC-MS de baja y alta resolución con soporte para datos de múltiples proveedores  
<https://www.spectralworks.com/products/analyzerpro/>
- MetaMS, una fuente de código abierto para la metabolómica no dirigida basada en GC-MS  
<https://bio.tools/metams>

### 3.3. El futuro

El futuro está destinado a saltar limitantes actuales como son diferenciar claramente entre volátiles bajo condiciones reales.

Las principales limitantes técnicas a solventar es la necesidad de aumentar la sensibilidad de los sensores, aumentar la resolución para cada patógeno y una mejor identificación de los biomarcadores.

Por las ventajas que representa, a poco que la el análisis de VOC muestre su fiabilidad, puede convertirse en una herramienta imprescindible para identificar podredumbres en almacenamiento.

Para una adopción generalizada deben construirse modelos de predicción que consideren variedades, países de origen, etc..

#### **4. Post-maduración de la fruta dulce o “Affinage”**

La calidad organoléptica es un elemento clave de la aceptación de las frutas por el consumidor. Conscientes de ello, el **CTIFL** (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, <http://www.ctifl.fr/>) en Francia ha dedicado esfuerzos importantes desde hace unos años en esta dirección. Recientemente, **Sébastien Lurol del CTIFL** en coautoría con **Vincent Mathieu-Hurtiger** presentaron un trabajo en que explican cómo realizar los procesos de “affinage” para incrementar la aceptación sensorial de los frutos.

El CTIFL es un organismo público francés dedicado a la investigación y experimentación de los frutos y hortalizas, en el cual trabajan 270 personas, 164 de ellos siendo técnicos e ingenieros. Cuenta con sedes en 6 sitios. La Unidad de Postcosecha cuenta con 9 personas entre ingenieros y técnicos y la Unidad de Calidad de los Productos y Medición de 5. Desarrollan sus actividades en las estaciones regionales de St. Rémy y Rungis-Balandran.

#### 4.1. La maduración de los frutos

Del punto de vista del comportamiento del fruto durante la maduración, es más importante el hecho de que sea climatérico o no climatérico que su proveniencia (templado / tropical). Los frutos climatéricos experimentan una aceleración dramática de los procesos fisiológicos durante la maduración, en particular el aumento de la producción de etileno y de la intensidad respiratoria.

La sensibilidad al etileno se extiende en un rango amplio que va de menos de 0.1 ppm (en fresa, por ejemplo), hasta más de 100 ppm, como es el caso de la manzana. Los niveles de producción de etileno y sensibilidad al etileno son independientes (Figura 12).

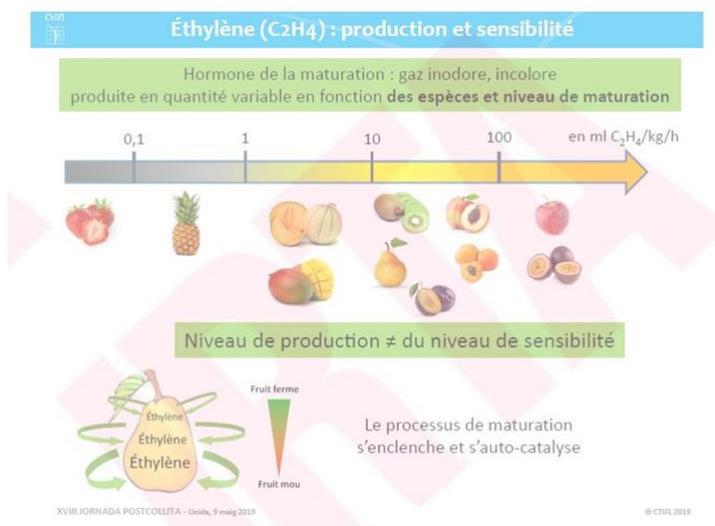


Figura 12. Nivel de sensibilidad al etileno de diferentes frutas

Los frutos no climatéricos no evolucionan una vez cosechados, así que deben recolectarse maduros, mientras que los climatéricos pueden

evolucionar y el punto de recolección es una herramienta para lograr la fruta de la calidad que se desee, ..., si se sabe sacar partido de él.

Dentro de los frutos climatéricos, el tipo de sustancia de reserva de que dispongan condiciona su comportamiento. Plátano, mango, pera, manzana, kiwi y aguacate por ejemplo tienen almidón y azúcares simples. Mientras que otros frutos como melones tipo cantaloupe, nectarinas, ciruelas, albaricoques solamente tienen azúcares simples (glucosa, fructuosa, sacarosa, sorbitol).

Durante la maduración la concentración de compuestos varía. Azúcares y aromas aumentan, mientras que firmeza, acidez y astringencia disminuyen. El color cambia de verde al propio de cada variedad. En relación con los azúcares, los frutos que tienen almidón como sustancia de reserva (peras y manzanas), pueden ver su cantidad de azúcares aumentar durante la maduración hasta en 2 grados Brix. Los frutos que solamente tienen azúcares se mantienen estables, o si se produce un ligero aumento es por efecto de la deshidratación como se puede observar por ejemplo en fruta de hueso.

La acidez también baja algo más marcadamente en manzana y pera, de 1 a 3 meq / 100 g de zumo, frente a 0 a 2 meq / 100 g de zumo en la fruta de hueso.

Un factor importante en la calidad poscosecha es la deshidratación. Una vez separado de la planta, el fruto no ve compensadas sus pérdidas y pierde importante cantidad de agua por transpiración o por migración al medio ambiente, más marcada cuanto menor sea la humedad relativa.

## **4.2. La post-maduración de los frutos o "affinage"**

El "affinage" se conoce como la fase de "maduración complementaria" inducida después de la recolección para optimizar la calidad sensorial de los productos. Esta técnica se suele utilizar en varios casos, especialmente en el caso de las peras de invierno que no maduran correctamente en el árbol. Se suele utilizar también en el caso de los frutos de hueso (melocotones, nectarinas y ciruelas), porque las exigencias comerciales hacen que estos frutos se recolectan verdes para mantener una firmeza aceptable y evitar los daños mecánicos en recolección y distribución.

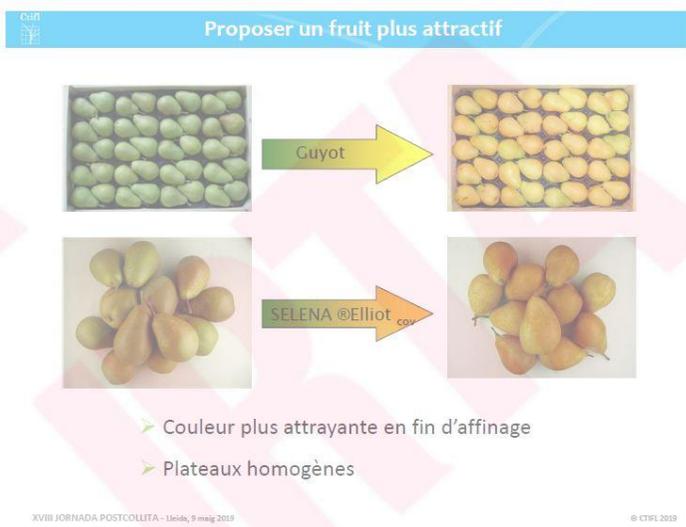
Volviendo a las peras y a la fruta de hueso convencional, para lograr una mejor calidad organoléptica se utiliza un proceso de "affinage", con el que se espera satisfacer mejor las demandas del consumidor.

El objetivo final del "affinage" entonces, es relanzar el consumo de frutas. Este proceso, sin embargo, no es capaz de revertir los efectos nefastos en la calidad de una recolección excesivamente temprana.

A nivel práctico, la técnica en pera se basa en proponer 3 diferentes niveles de maduración en salida de la cámara de "affinage" (Figura 14):

- Peras firmes, con niveles de 3 a 4 kg / 0.5 cm<sup>2</sup>, que han iniciado su maduración y que se acondicionan en platós de alveolos.
- Peras "en su punto de maduración", con firmeza de 2 a 3 kg / 0.5 cm<sup>2</sup>, cuyo consumo está previsto que ocurra en 2 a 3 días y que se envasan en platós o barquetas rígidas.
- Y finalmente, las peras "listas para consumir", con firmeza de 1 a 2 kg / 0.5 cm<sup>2</sup>, pensadas para la restauración rápida y un consumo fuera del hogar. Se envasan en barquetas rígidas y su consumo debe ser lo antes posible.

El objetivo del “affinage” es proponer un producto más atractivo no sólo gustativamente sino también visualmente, con platós de producto homogéneo (Figura 13).



**Figura 13.** Ejemplos de “affinage” en peras

La venta de producto que ha estado sometido a “affinage” debe ir acompañada de una comunicación al usuario sobre la calidad gustativa.

#### 4.3. ¿Cómo se realiza el “affinage”?

El proceso se realiza en túneles similares a los de pre-enfriamiento por aire forzado, es decir, con sistemas de lonas que induzcan al aire a pasar entre los frutos.

El aire se calienta o enfría para que la temperatura esté entre 15 y 25 °C y los humidificadores deben mantener la humedad relativa en niveles entre el 90 y 95%. Debe haber una buena ventilación y renovación del aire ya que el CO<sub>2</sub> tiene un efecto bloqueante de la maduración a partir

de niveles del 1% y a partir de niveles del 5 a 6% es también dañino para las personas.

El etileno aplicado exógenamente acelera la entrada en fase climatérica; su uso está aprobado en Francia desde este año a través del reglamento 1107/2009, que autoriza su uso para maduración y como inhibidor de la germinación.

Las condiciones de almacenamiento a que estuvieron sometidos los frutos antes del proceso de “affinage” importan. Todas las peras tienen necesidad de haber estado sometido a temperaturas de -1°C (medido en el centro del fruto) antes del “affinage”, con necesidades diferentes en función de la variedad, 2 a 4 semanas son suficientes en el caso de las peras de verano, aunque las peras de invierno necesitan un mínimo de 10 semanas. El papel del frío es inducir la maduración a través de la síntesis de precursores del etileno y de aromas (Tabla 3 y 4).

**Tabla 3.** Necesidades de frío según las variedades de pera (tiempo de almacenamiento a -1°C antes del “affinage”)

Variétés	Durée minimale de stockage à -1°C recommandée avant affinage
Été : Dr Jules Guyot, Williams...	2 à 4 semaines
Automne : Doyenné du Comice, Conférence, Selena® Elliot <sub>COV</sub> ...	5 à 8 semaines
Hiver : Passe-Crassane, Angélys <sub>COV</sub>	10 à 14 semaines

La tasa con que ocurra la pérdida de firmeza durante el “affinage” dependerá del tiempo de permanencia a -1 °C. El ejemplo a continuación es con Doyenne du Comice (Figura 16). Si el almacenamiento es inferior a 1,5 meses, la evolución es lenta y heterogénea.

**Tabla 4.** Las peras Comice necesitan un almacenamiento previo al “affinage” a -1,5 °C durante al menos un mes y medio

Durée de stockage à -1°C	10 jours	3 mois	4 mois
Durée d'affinage à 18 °C pour atteindre 1 kg/0,5 cm <sup>2</sup>	21 j	7 j	7 j
Perte de fermeté en kg/jour à 18°C	0,2	0,6	0,6

El “affinage” puede practicarse también en peras provenientes de almacenamiento AC o XLO (ultra bajo oxígeno) pero existe menos experiencia en relación con peras tratadas con Smarfresh.

Si la temperatura del almacenamiento es superior al -1 °C recomendado, la firmeza durante el proceso de “affinage” se mantiene peor, un efecto que aumenta con el tiempo de almacenamiento.

La temperatura a la que se hace el “affinage” permite controlar la pérdida de firmeza. Pueden utilizarse temperaturas de 12, 15 y 18 °C, pero las peras que pierden más rápidamente la firmeza son las sometidas a temperaturas más altas.

Lo mismo ocurre con melocotones, por los cuales se ha estudiado la pérdida de firmeza para 71 variedades sometidas a temperaturas de 15 °C a 25 °C.

En pera Williams, el efecto temperatura sobre la pérdida de firmeza es notable solamente si la necesidad inicial de frío se ha cubierto. Si esta necesidad no se ha cubierto, se puede observar pérdidas de firmeza similares a 18 °C y 24 °C.

En general la temperatura más baja da lugar a una mayor homogeneidad.

La maduración varía según la variedad de pera. Las del ensayo tuvieron un almacenamiento en frío antes del “affinage” entre -1 °C y 0 °C. De 12 días para Dr. Jules Guyot, de un mes para Williams, 1,5 meses para Selena® Elliot (cov) y de 2 meses para Doyenne du Comice y Angélyss (Figura 14).

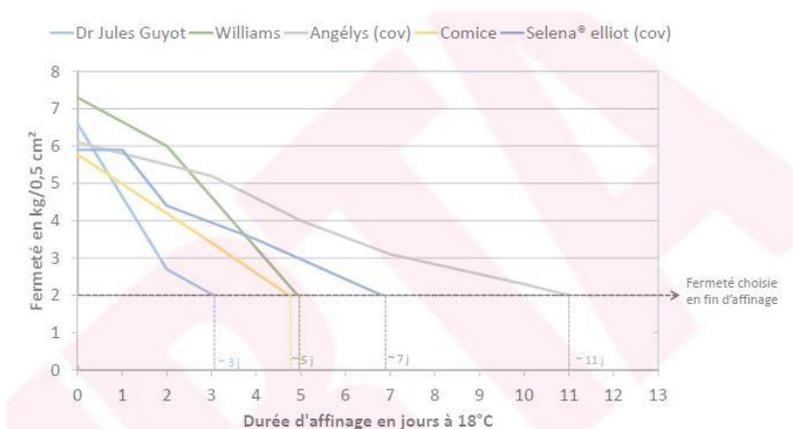


Figura 14. Tiempo de “affinage” para diferentes variedades de pera

#### 4.4. La duración del “affinage” varía entre cultivares de pera

El comportamiento de cada variedad debe estudiarse para realizar un proceso adecuado. Las variedades de pera se clasifican en función de su rapidez de maduración (pérdida de firmeza) cuando se las somete durante 24 horas a una temperatura de 25 °C. Las variedades de evolución lenta pierden menos de 1.5 kg/0.5 cm<sup>2</sup>; las de evolución media pierden entre 2 y 2.3 kg / 0.5 cm<sup>2</sup> y las de evolución rápida, más de 2.6 kg / 0.5 cm<sup>2</sup> (Figura 18).

**Tabla 5.** Influencia de la variedad de pera sobre la velocidad del ‘affinage’ a 18

Variétés (fermeté moyenne en début d'affinage)	Durée en jours pour obtenir		Perte de fermeté journalière à 18°C en kg/0,5cm <sup>2</sup> / jour*
	3 kg/0,5 cm <sup>2</sup>	1,5 kg/0,5 cm <sup>2</sup>	
Dr Jules Guyot (6 kg / 0,5 cm <sup>2</sup> )	2 à 4 j	3 à 6 j	0,8 à 1,6
William's (7,5 kg / 0,5 cm <sup>2</sup> )	3 à 6 j	4 à 9 j	0,7 à 1,5
Doyenné du Comice (5 / 0,5 cm <sup>2</sup> )	2 à 4 j	4 à 7 j	0,5 à 0,8
Conférence (6 kg / 0,5 cm <sup>2</sup> )	4 à 8 j	6 à 11 j	0,4 à 0,8
Selena® Elliot cov (5,5 kg / 0,5 cm <sup>2</sup> )	4 à 7 j	7 à 11 j	0,35 à 0,6
Angély's cov (6 kg / 0,5 cm <sup>2</sup> )	5 à 8 j	8 à 11 j	0,4 à 0,6

\* durées de stockage supérieures aux besoins en froid de la variété – Conditions d'affinage CTIFL

°C

#### 4.5. Precauciones y consecuencias

El “affinage” debe iniciarse con fruta seleccionada ya en el huerto por su buena calidad y establecer lotes homogéneos de firmeza, color y nivel de maduración. Después se lleva a cabo el proceso de “affinage” procurando tener las condiciones óptimas de temperaturas, higrometría y duración y con controles muy frecuentes de la firmeza durante el proceso (Tabla 6).

**Tabla 6.** Parámetros recomendados para el “affinage”, CTIF

**Paramètres recommandés pour l’affinage (élaboration CTIFL)**

Espèce	Température recommandée (°C)	Plage possible (°C)	HR recommandée %
Pêche / nectarine	22	15 - 25	90-95
Abricot / Prune	20	15 - 25	90-95
Poire	18	15 - 24*	90-95
Kiwi	20	15 - 25	90-95
Mangue**	20 - 22	15 - 18*** puis 21 - 24	90-95
Avocat**	15 - 18	20°C possible mais processus accéléré	90-95

\* Valeur haute si besoin en froid largement satisfait  
\*\*Source informations - Université de Davis Californie  
\*\*\* Moindre développement des arômes

Las condiciones en que se realiza el “affinage”, altas temperaturas y humedades, pueden dar lugar a pérdidas de más del 30% (dependiendo también del nivel sanitario de partida), pero se piensa que estas pérdidas pueden ser compensadas por la mayor satisfacción del consumidor. El “affinage” se realiza con los frutos en platonos y una vez acabado el proceso, estos frutos deben someterse a selección y reacondicionamiento. La sensibilización del cliente a través de una concienciación de que está adquiriendo un producto de óptima calidad sensorial es esencial para el éxito de la práctica.

El CTIFL cuenta con una publicación de 2012 dedicada a la maduración de los frutos y puesta a punto de técnicas de “affinage” intitulada ‘Maitriser la maturation des fruits’ y dedicada a melocotón, pera, albaricoque y kiwi (ISBN 978287911-323-4).

## 5. Tendencias sociales y packaging en fruta

El envasado de la fruta ha sido un tema de interés habitual en el negocio. Basta recordar el todo envasado de Mercadona, con el que se decía se redujeron de forma importante las pérdidas de mercadería, al casi todo sin envasar que vino de la mano de la crisis. En la actualidad el envasado se enfrenta a cuestionamientos por los materiales utilizados; los plásticos están en la picota.

**Anna Palli**, de la UVT, Unidad de Vigilancia Tecnológica, del IRTA, en su ponencia dedicada a analizar las tendencias que afectan al envasado de frutas destacó la complejidad del tema, por su carácter multifacético. Esto da lugar a contradicciones, como el desear seguridad alimentaria y a la vez un producto a granel -imaginemos la situación en la carne, o en la leche...-. O, la experiencia del supermercado inglés que queriendo reducir el uso de plásticos comenzó a vender los pepinos holandeses desprotegidos, lo que provocó importantes aumentos del desperdicio alimentario debido a la pérdida de calidad de los pepinos, por deshidratación, básicamente, fenómeno del que si los protegía el film flexible. Se calcula que éste alarga la vida de 5 a 15 días.

De esta complejidad y contradicciones surgen, sin embargo, también oportunidades.

### 5.1. Reducción de plásticos

El deseo de la sociedad de reducir los plásticos es claro. Cada europeo tira más de 30 kg de envases por año.

Un 79% de los plásticos van a parar al medio ambiente, ya sea terrestre o marino, con las imágenes dramáticas de animales atrapados por estos

desechos, o con ellos en su interior. De momento sólo un 9% de los plásticos se reciclan y un 12% se incinera.

En el mundo se producen 8.3 billones de toneladas de plástico, de las cuales casi un 70% (5.8 billones de toneladas) de las cuales sólo se usan una vez.

Las formas de abordar la reducción de los plásticos van desde establecimientos que se promocionan como "packaging free", con producto exclusivamente a granel. El consumidor lleva sus contenedores y puede comprar la cantidad deseada. Es una modalidad usada para productos secos, algunos productos de belleza y productos para el hogar.

La tienda holandesa Ekoplaza desarrolló la modalidad "zona libre de plástico", creando en algunos de sus establecimientos pasillos libres de plástico, algo que espera extender a los 74 puntos de venta que posee.

En el Reino Unido el "pacto del plástico", que compromete a reducir su uso, lo firmaron 40 cadenas de la GDO, gran distribución organizada.

Los materiales alternativos, bio plásticos, son otra opción, no carente de particularidades como esa la imposibilidad de atender la demanda de plásticos bio en el mundo, tener que manejar un producto que se degrada con el tiempo, dificultando el almacenamiento.

La ponente explicó una serie de iniciativas que apuntan a alguna de las soluciones comentadas antes: los envases de MANS y Bon Preu, que reducen en un 99% el uso de plásticos, y el envasado de los productos ecológicos en envases biodegradables, materiales biodegradables hechos de residuos de la propia industria (se muestra un ejemplo de un plástico hecho de mango).

Asociado a estas necesidades existen start ups con gran "intensidad innovadora" abocadas a aportar soluciones. Bioplásticos biodegradables obtenidos de residuos es una importante línea de investigación. Menciona el ejemplo de la chilena Solubag, <https://solubag.cl>.

Los materiales también se amplían; al "clásico" PLA, ácido poliláctico, se suman otros materiales. Hay envases hechos directamente con residuos de cultivos, como los que provienen de restos de tomates. Es la línea que sigue la empresa de Zaragoza Feltwood, <https://www.feltwood.es/>, que trabaja con residuos orgánicos directamente (Figura 15).



**Figura 15.** Soluciones novedosas a los materiales de envasado por parte de varias start-ups

Otra línea, más próxima a la del PLA, es cuando intervienen microorganismos, como es el caso de los polihidroxiclcanoatos o PHA, que son poliésteres lineales producidos en la naturaleza por la acción de las bacterias por fermentación del azúcar o lípidos. Para las bacterias representan un mecanismo de almacenamiento de carbono y energía. A su producción se dedica Venvirotech, una empresa de St. Cugat del Vallés

que en su web tiene una calculadora para conocer el ahorro de plástico.  
<https://www.venvirotech.com/>

Tipa Compostable Packaging, <https://tipa-corp.com/products/>, no explica en qué se basan sus productos, todos ellos plásticos flexibles, pero sí que se degradan en 6 meses.

## **5.2. Reducción del desperdicio**

La ponente destaca como una tendencia la preocupación, que ha llegado a la sociedad, por el hecho de que casi la mitad de la producción de frutas y hortalizas se pierda.

Una encuesta realizada entre usuarios de Internet pone a Francia en el primer lugar de la concienciación. Un 73% de los encuestados dijo que le preocupa la cantidad de frutas y verduras que desperdicio. En España es un 61%, en Alemania un 36%, en Italia un 32%, en Polonia un 31%.

El coste asociado de los residuos de alimentos en UE se estima en más de 143 billones de Euros.

Las formas de abordar esta preocupación son también multifacéticas. Desde las soluciones de envasado que mantengan los productos "frescos" más tiempo, hasta la promoción de la venta de frutas imperfectas.

Los envases pueden proteger de la deshidratación, contaminaciones, de golpes, de caídas, facilitan la manipulación y almacenamiento, ...

Las soluciones implementadas para aumentar la vida útil de la fruta a través del envasado pasan por filtros (que absorben líquidos o gases), bolsas para contener sandías troceadas, envases activos.

Empresas como It's Fresh, <https://www.itsfresh.com/>, y Pacliffe, <http://www.envasespacliffe.com>, comparten el presentar envases que

Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

tienen una mezcla de arcillas y minerales que adsorben los volátiles indeseables, como en muchas circunstancias, el etileno.

Los sensores deberían ayudar; la iniciativa australiana ripeSense no tuvo éxito en su momento (un sensor situado en la envoltura de plástico indicaba el estado de madurez del contenido, peras); ahora el mercado parece más sensible a estos temas que cuando se presentó inicialmente, hará unos 10 años, en Fruit Logistica.

Un envase con 6 plátanos con grados decrecientes de maduración es la propuesta de una empresa coreana para que no ocurra más que tengamos que consumir o tirar plátanos cuya piel está de color marrón (Figura 16).

## Otras iniciativas para reducir el derroche



Prevención del desperdicio en bananas

E-mart, en Corea, vende los "One a Day Banana" con diferentes bananas y grados de madurez para comerlas durante varios días con una calidad óptima.

<https://www.dailymail.co.uk/femail/food/article-5042779/Korean-supermarket-E-Mart-launches-bananas-different-ripeness-levels-stop-going-brown.html>

**Figura 16.** ¿Es este envase el fin de los plátanos pardos?... se pregunta la web de Corea

Agricoat Natureseal, <https://www.natureseal.com/> en colaboración con el USDA, y Apeel Sciences, <https://apeelsciences.com/>, apoyado por Bill Gates, y otras empresas abordan el tema por el lado de los recubrimientos comestibles para productos enteros, que suplen los

efectos de la ausencia de plástico que los recubra. Agricoat Natureseal tiene además una gama extensa de recubrimientos para productos troceados.

### **5.3. Conveniencia**

La comodidad a la hora de utilizar cualquier cosa, incluyendo los alimentos, es otra clave de la sociedad actual.

Ya sea por falta de tiempo o por conciencia de la importancia de una alimentación que incluya frutas y hortalizas, algunas proyecciones indican que el 33% de los productos mundiales de frutas y hortalizas presentan algún tipo de demanda de conveniencia.

El comer entre hora o de una forma informal, picoteo o snacking, es una tendencia que se intensifica y que requiere de formas fáciles de consumir.

En este apartado de la conveniencia se incluye también a los productos que atienden necesidades especiales como las meriendas de los niños.

### **5.4. Seguridad alimentaria y transparencia**

Los consumidores son más conscientes de su impacto en el consumo de alimentos y esto se manifiesta como:

- Preocupación por la seguridad y calidad del producto, así como por su impacto ambiental (incluyendo sistema de envasado)
- Una creciente demanda de información sobre el origen y los métodos de producción
- Mayor transparencia a lo largo de la cadena de producción y distribución.

Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

La relativamente nueva herramienta "blockchain", cadena de bloques, permite una mejor trazabilidad. Una vez que se entra una información es muy difícil modificarla.

Las ventajas de esta trazabilidad perfeccionada son múltiples:

- Seguridad Alimentaria. Trazabilidad inmediata. Antes días y semanas para hacer el seguimiento de un producto mientras que con blockchain se puede hacer en segundos.
- Eficiencia en la cadena de suministro.
- Calidad y frescor. Seguimiento del frescor y vida útil.
- Sostenibilidad. Confianza en los datos que aseguran la calidad de los productos si vienen de un origen sostenible.
- Confianza en la marca. Añadir transparencia sobre la Fuente de origen.
- Residuos. Permite identificar con daños y no tener que descartar todas las partidas.
- Evita el fraude.

Entre los ejemplos de cadenas de distribución que han adoptado blockchain se encuentran Walmart para mejorar la seguridad alimentaria.

Los nuevos modelos de comercialización de frutas también recogen la preocupación de las tendencias anteriores. El servicio en bicicleta busca cuidar el medio ambiente; algunos modelos utilizan cadenas más cortas de distribución; otros trabajan con presentaciones para comer en la calle, ...

El gran catalizador de los cambios es la compra online, cuya oferta resume las demandas de los consumidores. La calidad debe ser la ofrecida; la trazabilidad, desde el campo a la mesa; los envases deben ser sostenibles

-un gran campo de investigación para muchas compañías de envasado-; es una oportunidad para colocar marcas y que el producto se pueda reconocer; los volúmenes son cada vez más fragmentados, ...

Para 2030 se espera que un 7% de las frutas y hortalizas de compren por Internet (Figura 17).



**Figura 17.** Proyecciones de crecimiento de diferentes canales de distribución

Anna Palli concluye con la importancia de cambiar la percepción social del packaging; la sociedad debería conocer la función esencial en la protección, conservación y distribución de la fruta, pero para ello hace falta conservación y distribución de la fruta, pero hace falta reforzar también los mensajes sobre su contribución a reducir la generación de residuos alimentarios y a la conservación de los recursos del planeta.

Las innovaciones en el packaging de fruta tendrán un papel clave para aprovechar las oportunidades relacionadas con las demandas y preferencias de los consumidores, así como con los nuevos modelos de comercialización.

El envase debe convertirse en un valor añadido del producto, que ayude a diferenciar y comunicar valores de marca.

Y, por último, es muy importante dar una visión integradora, para educar al consumidor y evitar mensajes contradictorios con efectos no deseados.

Según una encuesta a consumidores de Estados Unidos realizada en 2017, hay un trabajo para hacer. Un 50% de los consumidores cree que el envasado puede reducir los desperdicios alimentarios; un 46% cree que los materiales de envasado pueden afectar la calidad del alimento; un 41% percibe como un valor los envases que puedan volver a cerrarse o los que tienen el alimento porcionado; un 39% cree que el las marcas deberían trabajar para que el envase sea ecorresponsable.

## **6. Soluciones DECCO para fruta de pepita y de hueso**

La **directora de I+D de [Decco Ibérica](#), Clara Montesinos**, expuso las principales soluciones presentes y futuras para fruta de pepita de la empresa durante la XVIII Jornada Técnica de Poscosecha del IRTA (\*).

La ponencia se centró en fungicidas para conservación de medio y largo plazo, recubrimientos para mantener la calidad y reducción del escaldado.

### **6.1. Tratamientos fungicidas**

**Deccopyr Pot** se aplica como tratamiento fungicida y/o de recuerdo con residuo en conservaciones a medio y largo plazo. Ensayos en manzana Golden arrojan una eficacia del **94% en el control de Botrytis y del 78% en el de Gloeosporium**.

La eficacia sobre *Penicillium* en pera y manzana es igual o mejor que la de otros productos como imazalil.

Los residuos estuvieron en todos los casos claramente por debajo de las 15 ppm máximos que permite la legislación (Figura 18).

## 01 Tratamientos en fruta de pepita

Deccopyr Pot



- LMR según REGLAMENTO (UE) 2015/845

FRUTA DE PEPITA	
Manzanas	15 ppm
Peras	15 ppm

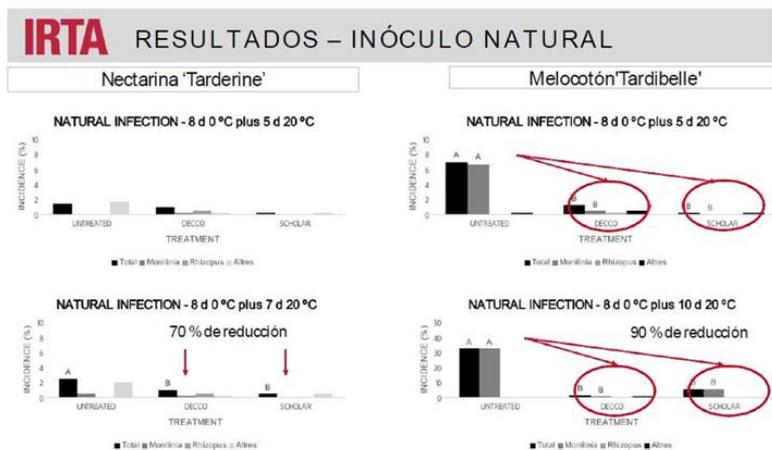
- Ensayos oficiales de residuos en laboratorios BPL



Figura 18. Residuos muy por debajo del LMR aplicando Decco Pyr

**Deccopyr evaluado para el control de *Monilinia spp.* y *Rhizopus spp.*** en fruta de hueso ha mostrado ser efectivo y con niveles comparables al producto de referencia que actualmente está disponible en el mercado. En la edición XIX de la Jornada Poscosecha se habían mostrado resultados de ensayos con las variedades de nectarina ‘Tardérine’, melocotón ‘Tardibelle’ y melocotón ‘Groc d’Ivars’ con inóculo natural de *Monilinia spp.*, inóculo artificial de *Monilinia fructicola* e inóculo artificial de *Rhizopus spp.* Las reducciones en la incidencia fueron del 70% en el

nectarina Tardirine; del 90% en melocotón Tardibelle, y del 90% en melocotón Groc d'Ivars al cabo de entre 5 y 10 días simulando condiciones de comercialización a 20°C (Figura 19).



**Figura 19.** Resultados de Deccopyr en nectarina cv. Tardirine y melocotón cv. Tardibelle

## 6.2. Tratamientos para evitar el escaldado y mantener la calidad

La gama de productos de Decco para fruta dulce abarca también a:

- Naturcover Conservación Extra, recubrimiento que ayuda a mantener la calidad de la fruta durante la conservación.
- Naturcover –L, recubrimiento que mejora el aspecto a la salida de cámara, y protege del roce en clasificación.
- Deccofito, tratamiento fungicida y de reducción del escaldado.

Ensayos en que se aplicó estos productos y evaluó el escaldado en pera Blanquilla al cabo de 7 meses de almacenamiento muestran porcentajes de 80% de fruta sana frente a severidades de escaldado entre el 50 y el 70% con otros tratamientos y del 75% en el control (Figura 20).

## 01 Tratamientos en fruta de pepita

Ensayos 18\_RD0803



- Peras cv. Blanquilla
- 1 pallot de 280kg por tratamiento
- Tratamiento: Pirimetanil + Deccofito + Naturcover Conservación Extra
- Almacenamiento 7 meses en atmósfera controlada: 1,7% O<sub>2</sub> / 0,9-1% CO<sub>2</sub>
- Temperaturas entre -0,8 y -0,4 °C, + 7 días temperatura ambiente.



**Figura 20.** El mayor porcentaje de pera Blanquilla sana al cabo de 7 meses de almacenamiento se obtiene con Naturcover Extra y Deccofito

También se muestran resultados positivos en otras peras como Abate Fetel y manzana Golden.

En peras Abate Fetel, el tratamiento combinado con Deccofito y Naturcover Conservación Extra logró mantener la coloración verde de las peras, evitando el viraje a amarillo que reduce su valor comercial (Figura 21).



**Figura 21.** Izquierda, control, derecha, peras tratadas con Deccofito y Naturcover

### **6.3. El futuro es del control biológico**

El futuro está centrado en el control biológico. Ensayos realizados con las colonias antagonistas CB1 y CB2, en fase experimental, mostraron un control de la cepa CB2 superior inclusive al de Deccozil en *Penicillium* y total de *Alternaria*.

## **7. Peras firmes al cabo de 6 meses de conservación en ACD y 3 semanas en frío normal**

**Isolcell** es una empresa nacida en el Sud Tirol, la zona tecnológicamente más avanzada en producción y conservación de manzanas. Cuenta con más de 18.500 hectáreas y ahí se obtiene un 8% de la producción europea.

Es la empresa líder en atmósferas controladas, a las que se dedica desde hace más de 60 años, implementada en base a equipos producidos en Italia y a un estrecho trabajo con centros de investigación. La lista de laboratorios con los que trabaja en todo el mundo investigando en DCA o ACD, Atmósfera Controlada Dinámica, supera los 26 y están distribuidos en todos los continentes.

Stefano Brigadue, del equipo comercial de Isolcell, explicó los equipos que ofrece la empresa, desde las soluciones Isolcoat de estanqueidad en cámaras AC, pasando por los generadores de nitrógeno PSA, absorbedores de CO<sub>2</sub>, convertidores catalíticos de etileno, analizadores de gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, etileno), control computerizado y automatización de plantas y equipos de laboratorio (Figura 22). La incorporación más reciente es Aeroclean, sistema de ionización para mantener el aire de cámaras y transporte libre de microorganismos y volátiles.



**Figura 22.** Stefano Brigadue (izquierda), Isolcell Internacional y Gerard Pallás, Isolcell España

El sistema Isostore utiliza sensores de fluorescencia para el manejo de las cámaras DCA, que alerta cuando la vitalidad de la fruta se ve amenazada por los niveles bajos de oxígeno (punto de compensación anaeróbica, ACP) utilizados para maximizar la calidad al final de la conservación y evitar escaldado y obtener una drástica reducción de los niveles de pardeamiento interno. Se trata de una tecnología patentada por el Gobierno de Canadá y distribuida en exclusiva por Isolcell en todo el mundo desde inicios del 2000. El manejo es simple y permite adaptar de forma automatizada, en tiempo real y de modo dinámico, los niveles de oxígeno y anhídrido carbónico según el tipo de producto conservado, la variación anual, el estado de maduración del fruto y su origen.

Miralcamp utiliza desde hace 6 años DCA para la conservación de peras y manzanas. En la Figura 23, se muestra pera Blanquilla cosechada a mediados de agosto 2016, cámara abierta a mitad de marzo 2017 e imagen tomada a las 3 semanas de estar en frío normal



**Figura 23.** Resultados del uso del DCA de Isolcell en pera Blanquilla de Miralcamp

El ponente mostró datos de ensayos con pera Blanquilla luego de 6 meses almacenada en ULO, Ultra Low Oxigen, y DCA, en que se muestra que al pasar a atmósfera normal la DCA mantiene la firmeza estable después de 3 semanas.

## 8. Limpieza del aire en las cámaras

AiroFresh® es un sistema de purificación del aire para perecederos sin utilización de productos químicos y sin filtros que comercializa la empresa belga [Agri Technology](http://www.agritech.com). Es 100% biológico, certificado por NASAA Australia. Está basado en la fotocatalisis y no supone un peligro para el ser humano. La instalación es fácil, Plug and go (enchufar y listo).

La fotocatalisis destruye el etileno y los gases de origen orgánico (VCO), además de los hongos, esporas, bacterias y virus presentes en el aire o en los vapores de agua. Se evita la formación de nidos de podredumbre.

AiroFresh Technology permite salvaguardar la calidad gustativa tanto como la comercial a un precio de retorno interesante, indican sus promotores.

## 9. Los envases de aire para frutas y hortalizas

[Knauf Industries](http://www.knaufindustries.com) es una empresa internacional -41 plantas de producción en 8 países-, reconocida por su experiencia en el mundo del envase y el embalaje; uno de los sectores para los que tiene una oferta relevante es la industria alimentaria. Sus envases son livianos, resistentes, higiénicos, aíslan térmicamente el producto, son 100% reciclables, existen formatos estándar o a medida del producto, amortiguan los impactos, resisten a la humedad, etc.

Los envases de poliestireno expandido (EPS), “Airpop”, su marca registrada, se utilizan en la industria alimentaria y en múltiples otras industrias (es el “corcho blanco”). En la XVII Jornada técnica de poscosecha, en la sesión de charlas de empresa, **Víctor Borrás, responsable de marketing, y José Ángel Verdial, responsable del mercado de alimentación**, expusieron los productos de la empresa para la fruta dulce y la nueva gama basada en polipropileno expandido (EPP) (Figura 24).



**Figura 24.** Víctor Knauf (izquierda) y José Ángel Verdial, detrás de la nueva propuesta de Knauf, los envases irrompibles de EPP, que, por su forma de fabricación, aire rodeado de PP en este caso, comparten las ventajas del corcho blanco, EPS.

El EPP expandido suma a las características del EPS su gran resistencia. Resultan envases prácticamente irrompibles, muy apropiados para utilizar en cosecha, ya que además de su resistencia a la rotura, suman su capacidad de amortiguar los impactos. Ensayos realizados en uva para vino muestran que el grano llega intacto a la bodega.

### 9.1. Ligereza

La comparativa con otros envases arroja que mientras una caja de polietileno de alta densidad (HDPE) de 600 x 400 x 330 mm pesa 2.6 kg, una de las mismas dimensiones de EPP sólo pesa 1 kg

Comparando una bandeja de transporte de las utilizadas, por ejemplo, para cereza, de 300 x 200 x 110 mm, en madera el peso es de 220 g, frente a los 40 g del EPS.

## **9.2. Protección de los golpes**

Entre los ejemplos mencionados durante la charla, se encuentran el evitar el pitting en cerezas producido por el golpeteo, así como el ya mencionado ensayo en uva; el evitar impactos significa mantener también la integridad del producto, lo que arroja menos podridos.

El ensayo en uva fue realizado por el Grupo Poscosecha de la Universidad Miguel Hernández de Orihuela, a cargo del investigador Daniel Valero, en uva. En él se compararon tres tipos de envases para cosechar uva para vinificación, EPS, EPP y HDPE. Los resultados de una temporada muestran una menor tasa de respiración y menor deterioro de azúcares y acidez, un menor número de granos sueltos, ninguna podredumbre y durante el transporte no se observó la existencia de zumo de uva. La caja HDPE arroja los mayores valores de respiración (indicando deterioro del producto), superiores en más de entre 2 y 3 veces a las cajas de EPP y EPS y a su vez, entre estas dos, EPP tiene resultados mejores.

## **9.3. Certificado de sostenibilidad**

Tanto los de EPS como los de EPP son envases compuestos de aire en un 98%, por lo que naturalmente cumplen los requisitos de sostenibilidad que demandan los mercados actuales, conscientes de contribuir al cuidado del medio ambiente. Knauf ha desarrollado una herramienta de cálculo en base a estudios realizados por entidades independientes en que se concluye que la huella de carbono es menor que otros materiales "ecosostenibles".

#### **9.4. TotalPackSystem**

En la charla durante el encuentro en el Fruit Centre se explicó también el método “TotalPackSystem” utilizado por Knauf Industries para trabajar conjuntamente con su cliente. Se parte del análisis en común de la demanda a satisfacer, realizar un diagnóstico de mejoras, el desarrollo de posibles soluciones y la aprobación de una propuesta sostenible. En el diagnóstico de mejoras forman parte relevante además de diseño e imagen, atender a aspectos ergonómicos así como de reutilización y reciclaje.

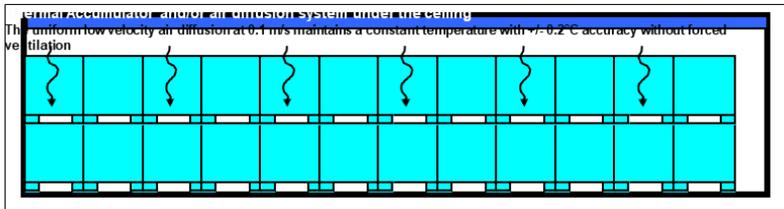
#### **10. Logística**

La presentación de cierre de la XVIII Jornada técnica trató de servicios logísticos basados en tecnología del frío creada originalmente para conservación de frío en condiciones extremas, como guerras o viajes espaciales. **Ignasi Sayol es el CEO de [Inprou](#), y Pere Vandellós, el cofundador y COO.** Son, según sus palabras, de las empresas más jóvenes dedicada a tecnología para la logística de distribución de productos que requieren temperatura controlada. Nace en 2011 y experimentaron un rápido crecimiento gracias a las innovadoras soluciones que aportan. En este momento están en fase de expansión fuera de España y ofrecen transporte aéreo, marítimo y ferroviario.

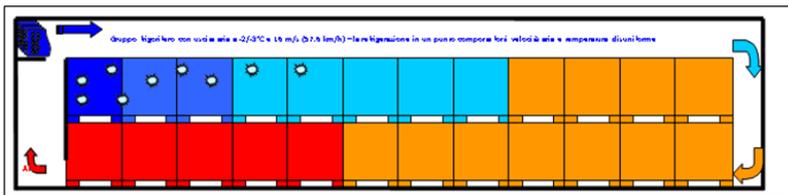
Ofrecen un sistema de frío pasivo, basado en la mencionada tecnología de viajes espaciales, que se define como de la máxima calidad, gran ahorro de costes y sostenibilidad ecológica. La empresa es fuerte en el sector farmacéutico y a partir de ahí crece incluyendo el sector agroalimentario. El sistema que utiliza no necesita estar conectado (un-plugged); es un sistema pasivo, PRS, Passive Refrigeration System, de bajo

Detección de enfermedades mediante volátiles y maduración posterior a la recolección

consumo energético y que reduce la huella de carbono. Se reduce la inversión en infraestructuras. Una de las características de los contenedores con este sistema es una homogénea distribución de la temperatura (Figura 25).



### Cámara PRS



### Cámara convencional

**Figura 25.** Distribución de la temperatura en una cámara convencional (abajo) y en una cámara PRS (arriba)

Muestran un cuadro en que el porcentaje de ahorro de energía respecto a un reefer convencional es del 82% (4.426 kWh vs 799,8 kWh). La producción de CO<sub>2</sub> de un reefer es de 2.350 kg vs. 425 kg de un contenedor PRS.

El contenedor PRS se puede manejar como un contenedor seco; no hay que conectarlo a la red. Tiene una autonomía de 26 días y su prueba de

fuego es la ruta de la seda y transiberiana, debido a lo extremo de las temperaturas en ambas rutas.

La misma tecnología puede aplicarse a cámaras frigoríficas. Muestran ensayos con resultados muy favorables en el sentido de menores podredumbres, menor reducción de peso y una multiplicación por 4 o por 5 del tiempo de conservación en una serie de productos (baby leaf, melocotones maduros, carne y setas silvestres).

*(\*) La traducción simultánea estuvo a cargo de **Christian Larrigaudière**, del **IRTA**, especialista en fisiología de la maduración de fruta dulce, a quien también agradecemos la revisión y mejora de esta parte del texto.*

Agradecemos a todos los ponentes la revisión del texto correspondiente a su intervenció

## **INFORMACIÓN COMERCIAL**

## **ILERFRED**

Industrial Leridana del Frío S.L., [ILERFRED](#), es una empresa dedicada desde hace más de 30 años al diseño, instalación, puesta en marcha, legalización y mantenimiento de instalaciones frigoríficas y de atmósfera controlada.

Ubicada en Lleida, una de las zonas de mayor producción de fruta en Europa, ILERFRED se ha especializado en instalaciones para dicho sector, siendo pionera en la aplicación de nuevas tecnologías de conservación en atmósfera controlada y de sistemas de control y de gestión computarizados.

El objetivo de la empresa es dar la máxima satisfacción al cliente, mediante un diseño adecuado y personalizado, la utilización de materiales de calidad, la profesionalidad en la realización de las instalaciones y un cuidado servicio de asistencia técnica postventa. ILERFRED cuenta con delegaciones en La Rioja, Andalucía, Zaragoza y Barcelona.



### **ILERFRED - Industrial Leridana del Frío S.L.**

C/ Josep Segura Farré, 706

25191 LLEIDA - ESPAÑA

Tel.: +34-973 202 441

Fax: +34-973 210 813

[info@ilerfred.com](mailto:info@ilerfred.com)

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

# ilerfred



## INSTALACIONES DE FRÍO PARA EL MÁXIMO FRESCOR

Hidrocooling para cereza,  
ciruela, nectarina,  
melocotón, espárrago, etc.

Avalado por infinidad de  
instalaciones

Control mediante  
unidades  
computarizadas  
propias

**ILERFRED, desde su  
inicio, hace más de 30  
años, está  
especializada en  
Atmósfera Controlada  
y Atmósfera Dinámica**

[www.ilerfred.com](http://www.ilerfred.com)  
[info@ilerfred.com](mailto:info@ilerfred.com)  
Teléfono: +34 973 202441  
Fax: +34 973 210813  
C/ Josep Segura Farré, 706  
CP: 25191 Lleida (Spain)



## **ISOLCELL**

Desde 1958, ISOLCELL estudia, diseña y fabrica soluciones para la conservación de los productos hortofrutícolas. Para ello, utiliza la última tecnología en atmósfera controlada para garantizar el mantenimiento de la calidad de los alimentos y alargar la vida poscosecha.

Además, proyecta y construye cámaras de conservación llave en mano, partiendo del aislamiento con paneles sándwich en chapa y poliuretano, puertas aislantes, impermeabilización de gases, refrigeración industrial hasta la realización de toda la instalación necesaria para el control del ambiente.

ISOLCELL dedica parte de sus recursos a la investigación y cumple con los requisitos de la certificación ISO 9001:2000. Por ello se encuentra a la vanguardia de este campo gracias a su compromiso con la calidad y la mejora permanente de sus productos y procesos de producción.



### **ISOLCELL S.P.A.**

Via A. Meucci, 7

39055 LAIVES (Bolzano) – ITALY

Telf.: +39-0471 95 40 50

Fax: +39-0471 95 35 75

[isolcell@isolcell.com](mailto:isolcell@isolcell.com)

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

# Isolcell

CONTROLLED ATMOSPHERE SINCE 1958

control en  
tiempo real



## ISOSTORE (ACD-CF)

Atmósfera Controlada Dinámica con  
empleo de sensores de fluorescencia,  
**PATENTE EUROPEA 1303748**

Con la garantía de **500.000 toneladas de  
fruta almacenadas en todo el mundo  
desde 2003 a 2015**

### VENTAJAS DEL SISTEMA ISOSTORE

- Control del escaldado sin empleo de productos químicos en poscosecha
- Reducción del podrido
- Mayor firmeza
- Inigualable frescura
- Prolongación de la conservación a través de la reducción de transpiración y respiración
- Mayor calidad organoléptica
- Mantenimiento del color de fondo
- Posibilidad de subir la temperatura de conservación

ISOLCELL, Via A. Meucci 7  
39055 LAIVES (BZ), ITALIA  
Telf.: +39-0471-954050  
<http://www.isolcell.com/>  
[isolcell@isolcell.it](mailto:isolcell@isolcell.it)

La experiencia de los últimos 15 años a nivel mundial ha demostrado claramente que los **sensores de fluorescencia** son **representativos de la totalidad de la fruta** almacenada en la cámara de conservación y **garantizan la calidad del producto almacenado.**



**ESPECIALISTES EN SERVEIS PER A LA PRODUCCIÓ EDITORIAL, SL**

Doctor Manuel Candela 26, 11<sup>a</sup>

46021 VALENCIA – ESPAÑA

Tel.: +34-649 48 56 77 / [info@poscosecha.com](mailto:info@poscosecha.com)

NIF: B-43458744

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

[www.postharvest.biz](http://www.postharvest.biz)

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

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

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

---