

# **Envases activos e inteligentes, una respuesta a la demanda de calidad y seguridad de los alimentos**

**Ramón Catalá, Pilar Hernández-Muñoz y Rafael Gavara**

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. CSIC

Av. Agustín Escardino 7; 46980 Paterna (Valencia)

e-mail: [rcatala@iata.csic.es](mailto:rcatala@iata.csic.es)



7<sup>a</sup> Reunión de la Sociedad Española de Seguridad Alimentaria.  
Granada, 14-15 octubre 2010

## **Envase convencional**

Recipiente fabricado con cualquier material o combinación de materiales cuyo fin es contener el alimento, actuando como barrera pasiva que separa el contenido del medio ambiente, evitando/ retrasando los efectos adversos del entorno para mantener la calidad y seguridad de los alimentos envasados

## **Envase activo-Envase inteligente**

Sistema coordinado entorno//envase//producto envasado que actúa/informa para mejorar/controlar la seguridad y la calidad del alimento envasado y alargar su vida útil

**El Reglamento (CE) N° 450/2009 (29/05/2009)\* en su artículo 3 establece las siguientes definiciones:**

**“materiales y objetos activos:** los destinados a prolongar la vida útil o mejorar el estado del alimento envasados. Están diseñados para incorporar intencionadamente componentes que liberarán sustancias en el alimento envasados o en su entorno o absorberán sustancias del alimento o de su entorno

**“materiales y objetos inteligentes”:** aquellos que controlan el estado de los alimentos envasados o de su entorno

\* Modificación del Reglamento (CE) N° 1935/2004 (13/11/2004) que establece los principios generales para los materiales en contacto con alimentos

## Envase convencional

Contiene y presenta el producto y le protege de la alteración microbiológica, deterioro físico y contaminación química

+

## Envase activo

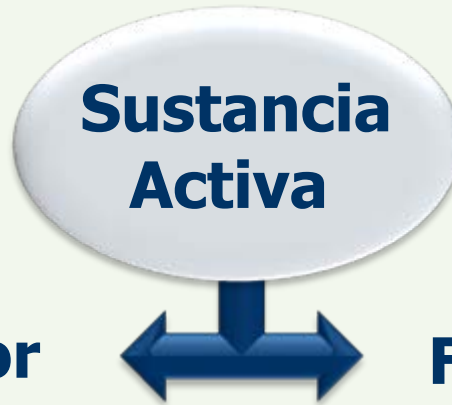
Altera dinámicamente las condiciones del sistema envase/alimento envasado



## Tecnologías de envasado activo

**Aumentar la seguridad**  
**Mantener la calidad**  
**Alargar la vida útil**

- **Modificación de la composición del espacio de cabeza**
  - Materiales permselectivos
  - Sustancias que emiten o retienen gases o vapores
- **Modificación de la composición o características del alimento**
  - Liberan sustancias en el alimento
  - Retienen componentes del alimento
- Regulación de la temperatura del producto envasado



## Presente en el interior del envase separado del alimento envasado

Se presenta en pequeñas bolsas o etiquetas de material permeable, que se introducen en el envase



## Formando parte del material de envase

Retenido en la superficie o incorporado en el interior



## Sistemas que retienen/eliminan componentes del alimento

- Oxígeno,
- Humedad
- CO<sub>2</sub>
- Etileno
- Aromas
- Sustancias indeseables

## Sistemas que aportan componentes beneficiosos al alimento

- Antioxidantes
- Aromas
- Conservantes químicos,
- CO<sub>2</sub>
- Antimicrobianos
- Componentes funcionales

## Otros sistemas activos

- Susceptores de microondas
- Envases autocalentables y autoenfriables
- Materiales con permeabilidad selectiva

El oxígeno participa en los procesos metabólicos y bioquímicos de todos los alimentos (crecimiento de microorganismos, respiración en productos vegetales, procesos de pardeamiento, reacciones de oxidación....)

→ **La reducción de la presencia de oxígeno limita el desarrollo de estas reacciones**

➤ Control de la entrada de oxígeno desde el exterior  
    → **Materiales barrera**

➤ Eliminación del oxígeno residual en el espacio de cabeza del envase y/o el producto



**Absorbedores de O<sub>2</sub>**

# Materiales activos comerciales para el control de O<sub>2</sub>

**Agentes activos:** Metales y óxidos metálicos -Fe, FeO, Mn, Zn...-; ácido ascórbico; ácidos grasos insaturados; enzimas (glucosa-oxidasa, alcohol oxiadasa.); levaduras inmovilizadas en soporte sólido; compuestos fotosensibles.....

En general no pueden entrar en contacto directo con alimentos

## Materiales comerciales

- Bolsas y etiquetas:
  - Ageless. Mitsubishi Gas Chemical Co. Inc., Japón
  - Freshmax. Multisorb Technologies Inc., EE.UU.
  - Freshilizer. Toppan Printing Co. Japón .....
- Polímeros:
  - OS2000-Cryovac. Sealed Air, EE.UU.
  - OSP. Chevron Phillips Chemical Co., EE.UU.
  - Shelfplus. CIBA Specialty Chemicals, Gran Bretaña
  - Oxyguard. Toyo Seikan Kaisha, Japón
  - Amosorb. Colormatrix Corp., Gran Bretaña
  - ZerO2. CSIRO-FSA, Australia .....

# Productos comerciales envasados con materiales absorbentes de oxígeno



- Reducción de la presencia de Oxígeno
- **Reducción/eliminación de especies reactivas**  
(radicales libres: superóxido, hidroxilo, oxígeno singlete...)



## Adición de antioxidantes

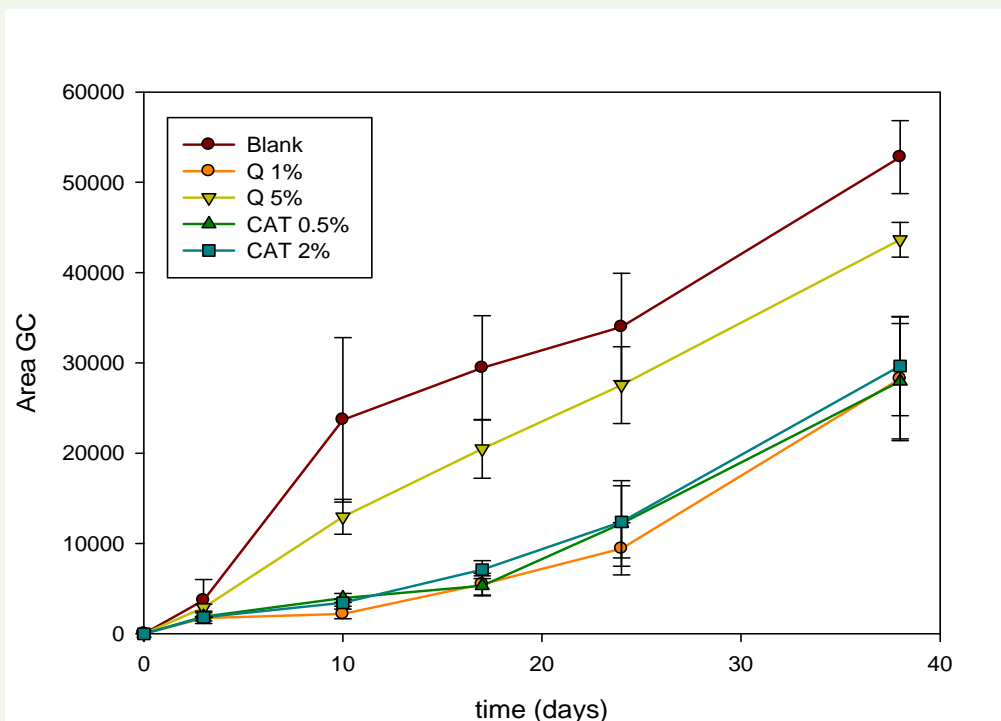
- En el alimento envasado
- **En el material de envase**

En la formulación de polímeros para envases se emplean sustancias antioxidantes para evitar problemas de degradación por acción de la temperatura, radiación UV, proceso de obtención de los envases, etc.

Los antioxidantes del polímero pueden tener paralelamente una acción positiva actuando como antioxidantes del alimento envasado

# Desarrollo de materiales activos antioxidantes con flavonoides naturales

## Capacidad antioxidante de películas de EVOH con catequina o quercetina para el control de la oxidación en cacahuetes



Evolución de la generación de hexanal en cacahuetes envasados con el material activo antioxidante

*REFERENCIA:* López Dicastillo A.C., Catalá R., Gavara, R., Hernández-Muñoz P.: Antioxidant active packaging based on natural flavonoids against peroxidation of vegetable oil and fried peanuts. Pendiente de publicación

**El etileno forma parte de la actividad fisiológica de los vegetales** (acelera la maduración, reduce la senescencia.....)

## Agentes activos

$\text{KMnO}_4$  inmovilizado en un absorbente (4-6% de sobre alúmina, sílica gel, grafito, zeolita, ...) ; carbón activo ; mezclas de zeolitas con óxidos metálicos dispersos en polímeros ...

## Productos comerciales

### • En base $\text{KMnO}_4$ en bolsitas

- Ethylene Control. Ethylene Control Inc., EE.UU.
- Green Keeper. PFS Inc., EE.UU.
- Retader. Bioconservación, España



### • Componente activo en el polímero

- Biofresh. BioFresh Ltd, Gran Bretaña
- Everfresh. Everfresh Group AG, Suecia
- Peakfresh. Multiflex Packaging PTy Ltd., Australia
- Longlife, Long Life Solutions Ltd., Gran Bretaña



## El dióxido de carbono está presente en muchos sistemas envase-producto

- ✓ En frutas y hortalizas frescas se genera por la actividad fisiológica del producto
- ✓ En muchos productos de elevada humedad se introduce como fungistático
- ✓ En producto tostados (café...) sigue desprendiéndose tras el envasado

## Materiales activos

### ➤ Generadores o emisores de dióxido de carbono

Bicarbonato cálcico

Ácido ascórbico (desprende CO<sub>2</sub> al fijar O<sub>2</sub>)

- Aplicación en envasado de carnes y vegetales

### ➤ Secuestradores o absorbedores

Hidróxido de calcio

- Aplicación en envasado de café y vegetales



## ❑ Eliminación de agua y líquidos exudados

Materiales permeables con absorbentes (gel de sílice, arcillas, cloruro cálcico, derivados de almidón, carbón activado.... )



## ❑ Agentes Anti-vaho

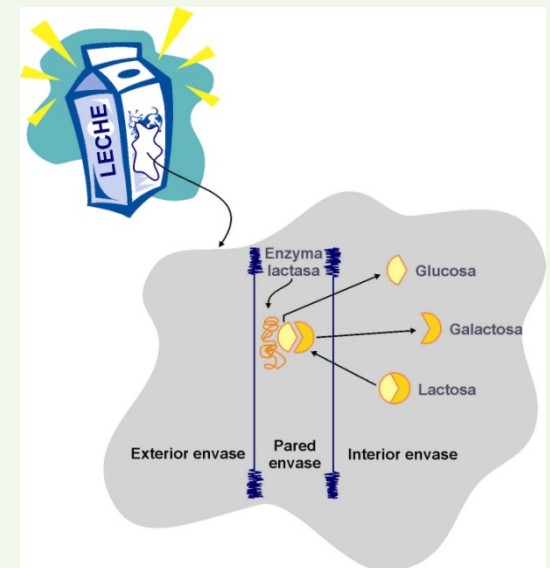
Substancias ambifílicas (etoxilatos no iónicos, monoglicéridos...) que migran hacia la superficie del envase y rebajan la tensión superficial entre el agua condensada y el plástico, formando una película de agua continua y transparente



Polímeros que incorporan adsorbedores específicos (zeolita, tamiz molecular, alúmina..) en las capas interiores del material de envase para eliminar la sustancia

deseable

- Olores a aminas en pescado (ac. cítrico+ sal ferrosa en un polímero adsorbente)
- Aldehídos de aceites y fritos (ac. cítrico+ sal ferrosa en film termoplástico)
- Limonina (principio amargo) en zumos cítricos (recubrimientos de celulosa)
- Colesterol y lactosa en leches (enzimas específicas, ciclodextrinas..)



# Envases antimicrobianos

El desarrollo de microorganismos es la principal causa de deterioro de gran número de alimentos



La aplicación directa de agentes antimicrobianos sobre la superficie (por pulverización ó inmersión) no siempre es efectiva. Su rápida difusión al interior limita su efectividad sobre la microbiota superficial

**Alternativa  envases activos antimicrobianos**

- **Envases que emiten de compuestos volátiles antimicrobianos**
  - Emisores de  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ....
  - Fungicidas (etanol, imazalil, 2-nonanona...)
- **Envases que liberan sustancias antimicrobianas en el alimento**
  - Bacteriocinas (nisina, lacticina, pediocina...)
  - Isocianato de alilo
  - Benzoato, sorbato ...
- **Envases que evitan el crecimiento de microorganismos por contacto**
  - Sales de plata en zeolitas
- **Materiales antimicrobianos**
  - (quitosano, alginatos, poliamidas irradiadas...)

# Materiales activos antimicrobianos comerciales

<b>Material activo</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Fabricante/ distribuidor</b>
Etanol vapor (sachets)	Oitech	Nippon Kayaku, Japón
Etanol vapor (sachets)	Negamold, Ethicarp	Freund Industrial, Japón
Plata en zeolita (sachets, plásticos, papel)	AglON	Agion Technologies Inc., USA
Triclosan (material plástico)	Microban	Microban Products, UK
Isotiocianato de alilo (hojas)	WasaOuro	Lintec Corp., Japón
Glucosa oxydasa (sachets)	Bioka	Bioka Ltd., Finlandia
Cl <sub>2</sub> O (sachets, plásticos..)	Microsphere	Bernard Technologies, USA
CO <sub>2</sub> (sachets)	FreshPax	Multisorb Technologies, USA

# Envase activo con actividad antifúngica para fresas silvestres

**Agente activo antifúngico:** 2-nonanona (componente del aroma de la fresa)

**Sistema activo:** bolsa de film continuo PE metalocénico conteniendo el antifúngico impregnado en soporte emisor - alúmina-

**Envase:** Tarrina de PP/EVOH/PP (capacidad 125 mL), tapa film de PP microperforado



10 días a 10 °C **CON**  
2,5  $\mu$ L 2-nonanona



10 días a 10 °C **SIN**  
2,5  $\mu$ L 2-nonanona



**Envase inteligente:** Envase capaz de efectuar una función inteligente (detectar, mostrar, comunicar,...) para facilitar una decisión que permita extender la vida útil, aumentar la seguridad, mejorar la calidad, proporcionar información y avisar de posibles problemas.

El envase inteligente implica al sistema completo envase/producto/ entorno. El envase inteligente analiza el sistema, procesa la información y la presenta. El envase activo realiza la acción.

Ambas funciones no son excluyentes

Etiquetas o rótulos que facilitan la información y comunicación para tomar las decisiones adecuadas par mantener la calidad, seguridad y vida útil

➤ **Sistemas portadores de datos:**

- » Códigos de barras
- » Identificación por radio frecuencia

➤ **Indicadores en el envase:**

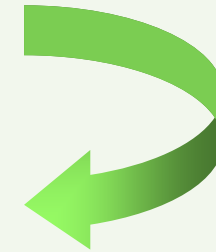
- » Indicadores tiempo/temperatura
- » Indicadores de presencia de gases
- » Indicadores de frescura. Biosensores

# Identificación por radio frecuencia (RFID)



Pueden almacenar información técnica y comercial del producto, y también la información de otros dispositivos inteligentes- indicadores de temperatura, biosensores, etc.)

## Trazabilidad



- Control de stocks de productos envasados en almacenes
- Localización de productos en almacenes
- Control de compra y cobro en puntos de venta
- Información de productos disponibles en los frigoríficos (¿fecha de caducidad?)


Etiquetas que proporcionan información visual de la temperatura a que ha estado sometido el envase, o si ha sufrido algún abuso térmico (no alcanzó la temperatura de esterilización, no ha estado a la temperatura de congelación adecuada, se rompió la cadena de frío, etc...)

- ❑ Indicadores de temperatura crítica
- ❑ Indicadores de historia térmica parcial
- ❑ Indicadores de historia térmica completa

# Indicadores de tiempo/temperatura

## Fresh Check® Indicator (Temptimecorp, USA)

Etiqueta autoadhesiva que contienen un polímero sensible al tiempo y a la temperatura, que oscurece gradualmente y de forma irreversible con la exposición acumulativa a la temperatura (más rápido a más temperatura). Se pueden diseñar específicamente para cada producto.



**Active Material**  
Fresh-Check® Indicators are available in formulations from several days of refrigerated temperature to several months based on manufacturer's requirements.

**Color Reference**  
Printed in a constant color, it indicates the fresh food product's limit.

**Protective Covering**  
Fresh-Check® contains an ultraviolet blocker that protects the indicator.



# Indicadores de presencia de gases en el interior del envase

Indicadores de los cambios de la atmósfera del envase, en el espacio de cabeza o en el exterior.

Los más extendidos son los indicadores de exposición al oxígeno, pero también hay para CO<sub>2</sub>, etanol y otros gases

## Indicadores de exposición al O<sub>2</sub>



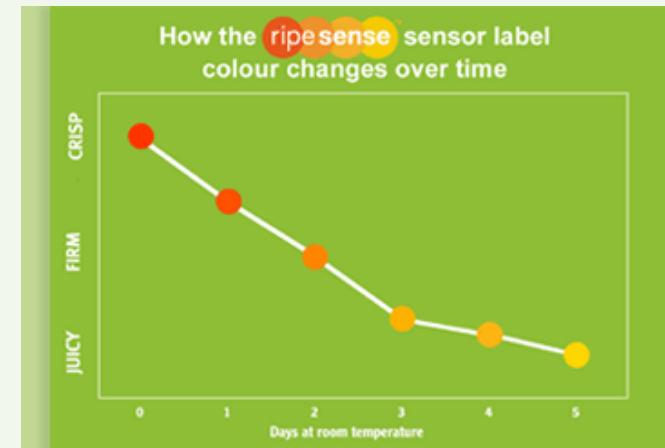
## Indicador de exposición al CO<sub>2</sub>



## Sensor ripeSense™

(<http://www.ripesense.com>)

El sensor ripeSense cambia de color reaccionando con los aromas emitidos por la fruta en su maduración. El sensor es inicialmente de color rojo y pasa gradualmente a naranja y finalmente a amarillo. El consumidor puede así conocer el estado de madurez de la fruta y selecciona el que desea



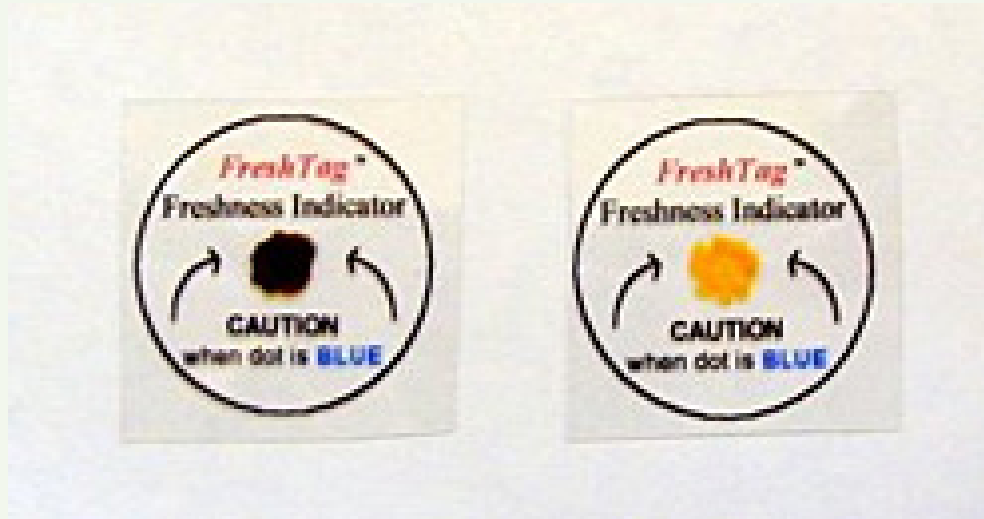
**Indicador de madurez en peras**

# Etiquetas indicadoras de contaminación microbiológica



Complejo con Pd que reacciona con volátiles que contienen compuestos con S ó N. Al reaccionar el complejo induce un cambio de ligando y crea una fluorescencia provocando un cambio de color de la etiqueta de rosa a amarillo

## FreshTag<sup>®</sup> (Cox Technology, USA)



Etiqueta con colorante no tóxico indicador de presencia de aminas generadas por la alteración de pescado. La etiqueta tiene un pequeño orificio en el reverso por el que los vapores difunden a la etiqueta y reaccionan con el colorante, cambiando de color gradualmente, hasta indicar que el producto debe ser desechado

# Indicador de frescura para carnes

## **SensorQ** (Food Quality Sensor International –FQSI-, USA)



### **SensorQ™ Smart Sensor Label**

La etiqueta colocada en el interior del envase detecta el nivel bacteriológico. Cuando el sensor "Q" de la etiqueta es de color naranja el producto está fresco, cuando el recuento bacteriano llega al nivel crítico el color cambia a bronceado, indicando que el producto está alterado



### **SensorfreshQ™ Freshness Meter**

Al abrir el envase se coloca el sensor cerca de la carne. El sensor da una respuesta luminosa, que indica el grado de frescura:  
Verde/fresco, amarillo/aun fresco, rojo/desechable.  
Puede utilizarse para todo tipo de carnes. El sensor se reemplaza cada 200 test aprox.

**MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN**



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pataja', enclosed within a white rectangular box.