

TECNOLOGÍA POSCOSECHA DE CÍTRICOS Y OTROS CULTIVOS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA



Instituto de Agroquímica
y Tecnología de Alimentos

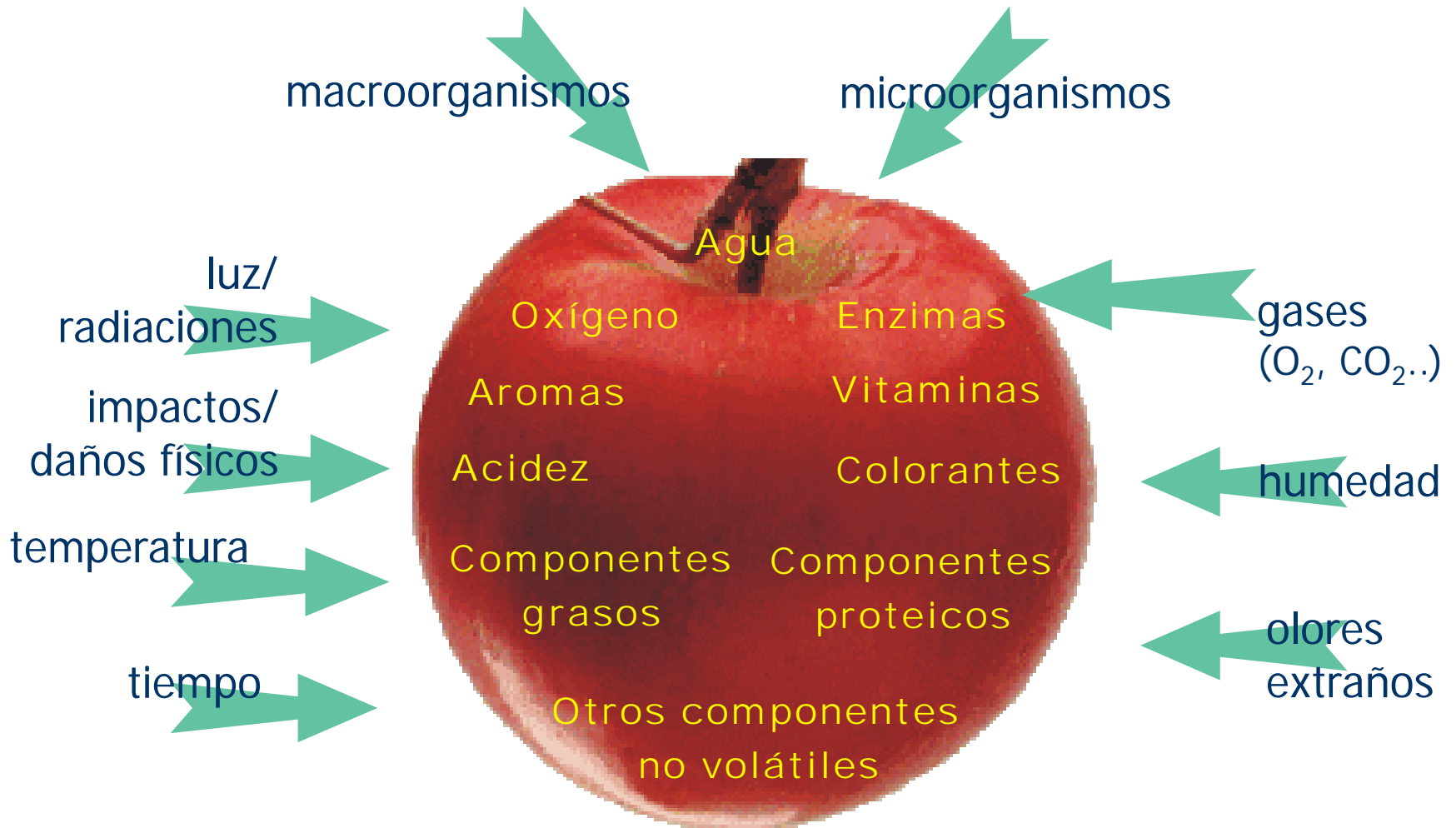


EL ENVASE COMO PROTECCIÓN Y ESCAPARATE DEL PRODUCTO, DOS ENFOQUES COMPLEMENTARIOS

Rafael Gavara
Grupo de Envases, IATA-CSIC, Paterna
rgavara@iata.csic.es

08/02/2018

FACTORES QUE DETERMINAN LA ESTABILIDAD DE LOS ALIMENTOS



FORMAS DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

Alteración microbiológica

Deterioro físico

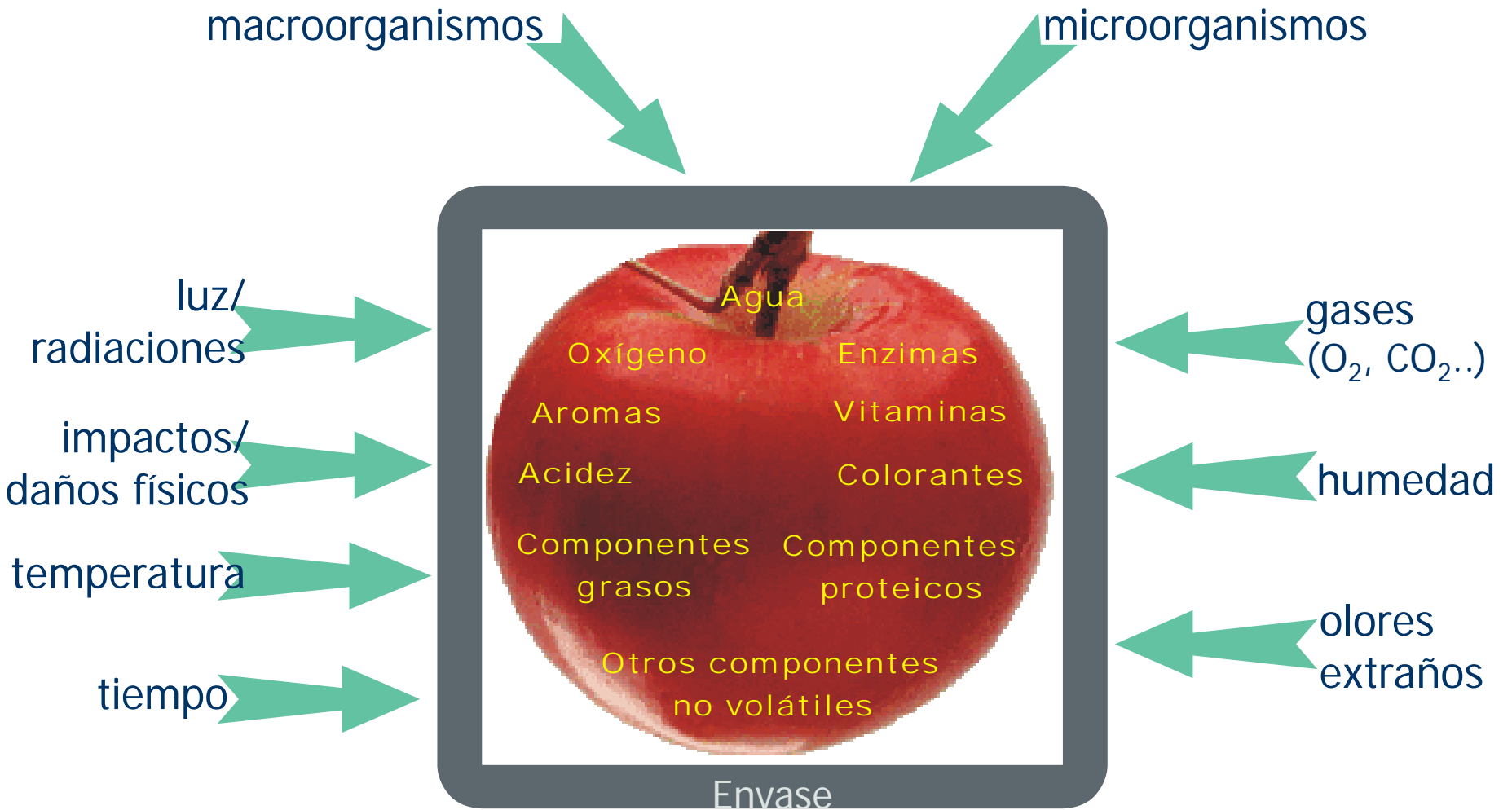
- magulladuras /impactos físicos
- cambios de color
- pérdida o ganancia de peso
.....

Deterioro químico/bioquímico

- degradación enzimática
- enranciamiento de grasas
- pardeamiento no enzimático
- hidrólisis/desnaturalización de proteínas
- oxidación de vitaminas
- degradación de pigmentos
- contaminación por residuos
.....



FACTORES QUE DETERMINAN LA ESTABILIDAD DE LOS ALIMENTOS





ENVASE: Todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para **contener, proteger, manipular, distribuir y presentar** mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. Se considerarán también envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin

(Ley 11/1997 de Envases y residuos de envases. BOE nº 99)



FUNCIONES BÁSICAS DE LOS ENVASES Y EMBALAJES



- **Envase primario o de venta.**
 - Contiene el producto, en contacto directo, y lo presenta en su forma mas simple.



- **Envase secundario o colectivo / embalaje.**
 - Contiene el envase primario otorgándole protección y presentación para su distribución comercial.



- **Envase terciario / embalaje de transporte o expedición.**
 - Agrupa envases primarios o secundarios (UNIDAD DE CARGA) para el transporte y distribución comercial



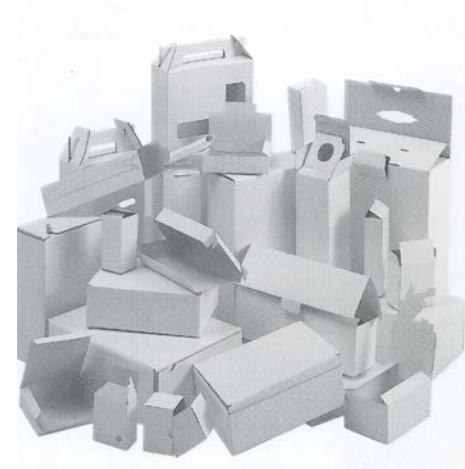
MATERIALES DE ENVASE Y EMBALAJE



Materiales metálicos



Vidrio



Papel y cartón



Materiales plásticos y complejos



Madera

Tejidos,
Cerámicas
otros...

MATERIALES Y FORMAS DE ENVASES Y EMBALAJES

Metales
Vidrio y cerámica
Papel y cartón
Plásticos y complejos
Madera
Textiles...



Rígidos: botes, botellas, tarros, cajas, bandejas, bidones, cisternas, toneles, paletas, jaulas, contenedores....

Semirígidos: bandejas, tarrinas, botellas, tubos...

Flexibles: bolsas, sacos, sobres, recubrimientos...

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES DE ENVASE Y EMBALAJE

Metales	Vidrio	Plásticos	Papel y cartón	Madera
<ul style="list-style-type: none">• resistencia mecánica• ligereza• estanqueidad y hermeticidad• opacidad a luz y radiaciones• conductividad térmica• reciclables y degradables	<ul style="list-style-type: none">• transparencia• inercia química• estanqueidad y hermeticidad• compatible con microondas• reutilizable y reciclable	<ul style="list-style-type: none">• amplia gama de muy diversos materiales• ligereza y flexibilidad• buena inercia química• amplia gama prop. mecánicas• facilidad de impresión y decoración• posibilidad de unión por termosoldadura• compatibles con microondas• versatilidad de formas y dimensiones	<ul style="list-style-type: none">• ligereza• versatilidad (formas y dimensiones)• fácil impresión y decoración• degradables y reciclables	<ul style="list-style-type: none">• resistencia mecánica (presión e impacto)• versatilidad de formas• reutilizable, reciclable y degradable
<ul style="list-style-type: none">• volumen en vacío• problemas de corrosión	<ul style="list-style-type: none">• peso y volumen en vacío• baja conductividad térmica• fragilidad	<ul style="list-style-type: none">• permeables a gases y radiaciones• problemas de termoestabilidad• problemas de migración de residuos	<ul style="list-style-type: none">• muy higroscópicos• sin propiedades barrera (gases/ aromas)• no aptos para líquidos (sin protección)	<ul style="list-style-type: none">• peso y volumen en vacío• sin propiedades barrera (gases/ aromas)• solo para sólidos

CONDICIONES EXIGIBLES A LOS ENVASES Y EMBALAJES EN SU FUNCIÓN DE ENVASES DE CONSERVACIÓN

- Contener el producto
- Presentar e identificar el producto. Informar al consumidor
- Proteger el producto
 - acciones físicas, químicas o microbiológicas del medio
 - evitar fraudes
 - compatibilidad envase/producto envasado
- Adecuado a las necesidades del consumidor (tamaño, calidad, diseño, ergonomía, etc.)
- Adaptable a las líneas de fabricación y envasado
- Adaptable a la formación de embalajes y unidades de carga para transporte y distribución
- Adecuado a la normalización y legislaciones aplicables (sanitaria, medio ambiental, etc.)
- Precio adecuado

CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO Y SELECCIÓN DE ENVASES

ASPECTOS TÉCNICOS (relativos el producto y el envase)

- naturaleza y características del producto a envasar
- características del envase y tecnología de fabricación
- interacciones entorno/envase/producto
- tecnología de envasado
- distribución comercial necesidades de embalaje

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS (relativos el mercado consumidor)

- cultura y necesidades del consumidor
- marketing
- economía

LEGISLACIÓN



FACTORES DE RIESGO EN LA VIDA ÚTIL DE LOS EMBALAJES

INCIDENCIAS DURANTE:

- fabricación
- manipulación
- transporte
- almacenamiento



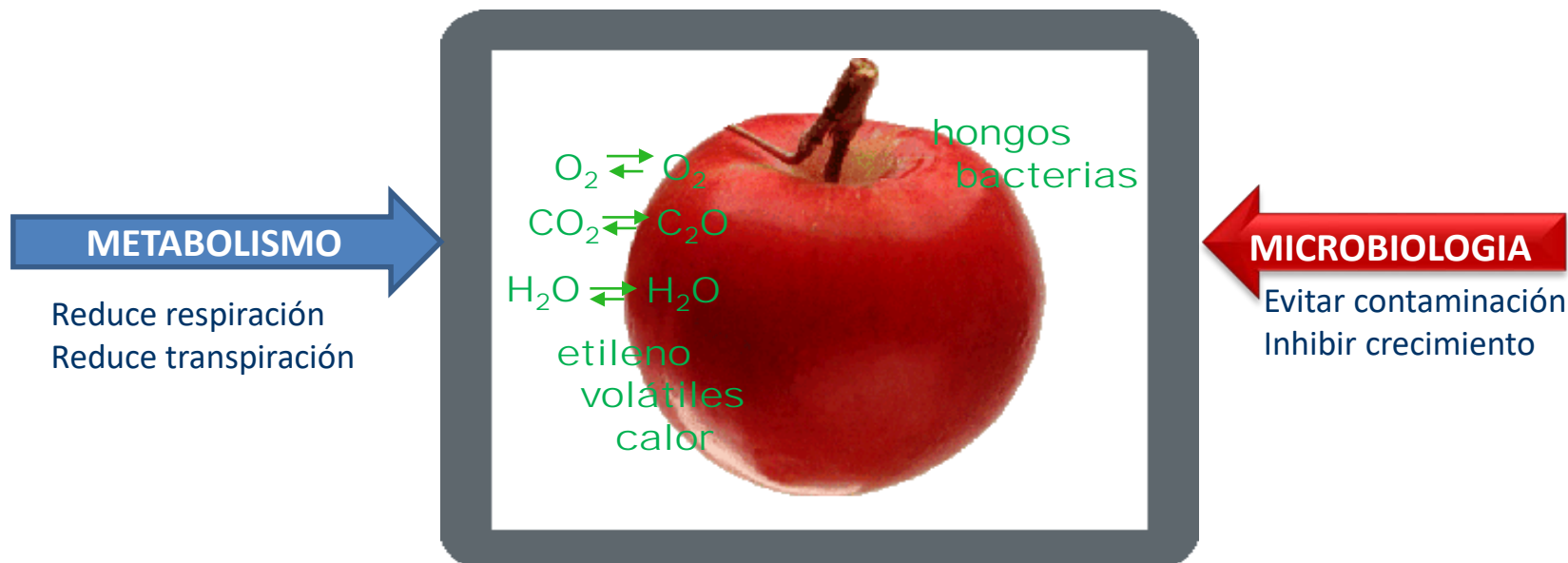
RIESGOS:

- caída libre
- compresión estática
- compresión dinámica
- vibración vertical/ horizontal
- Oscilación
- choque vertical/horizontal
- choque repetitivo
- exposición a humedad/lluvia
- exposición al fuego.....

NECESIDADES DE PROTECCIÓN DE FRUTAS FRESCAS

- Característica principal
 - Tras la cosecha, los productos frescos mantienen un metabolismo más o menos intenso
 - Interaccionan con la atmósfera intercambiando gases y vapores
 - Incluyen una carga microbiológica inicial
 - Sensibilidad mecánica
- Consecuencias
 - Los productos evolucionan durante el almacenamiento
 - Riesgos de infección
 - Vida útil reducida

MECANISMOS DE DETERIORO DE PRODUCTOS VEGETALES Y POSIBLES EFECTOS DEL ENVASE

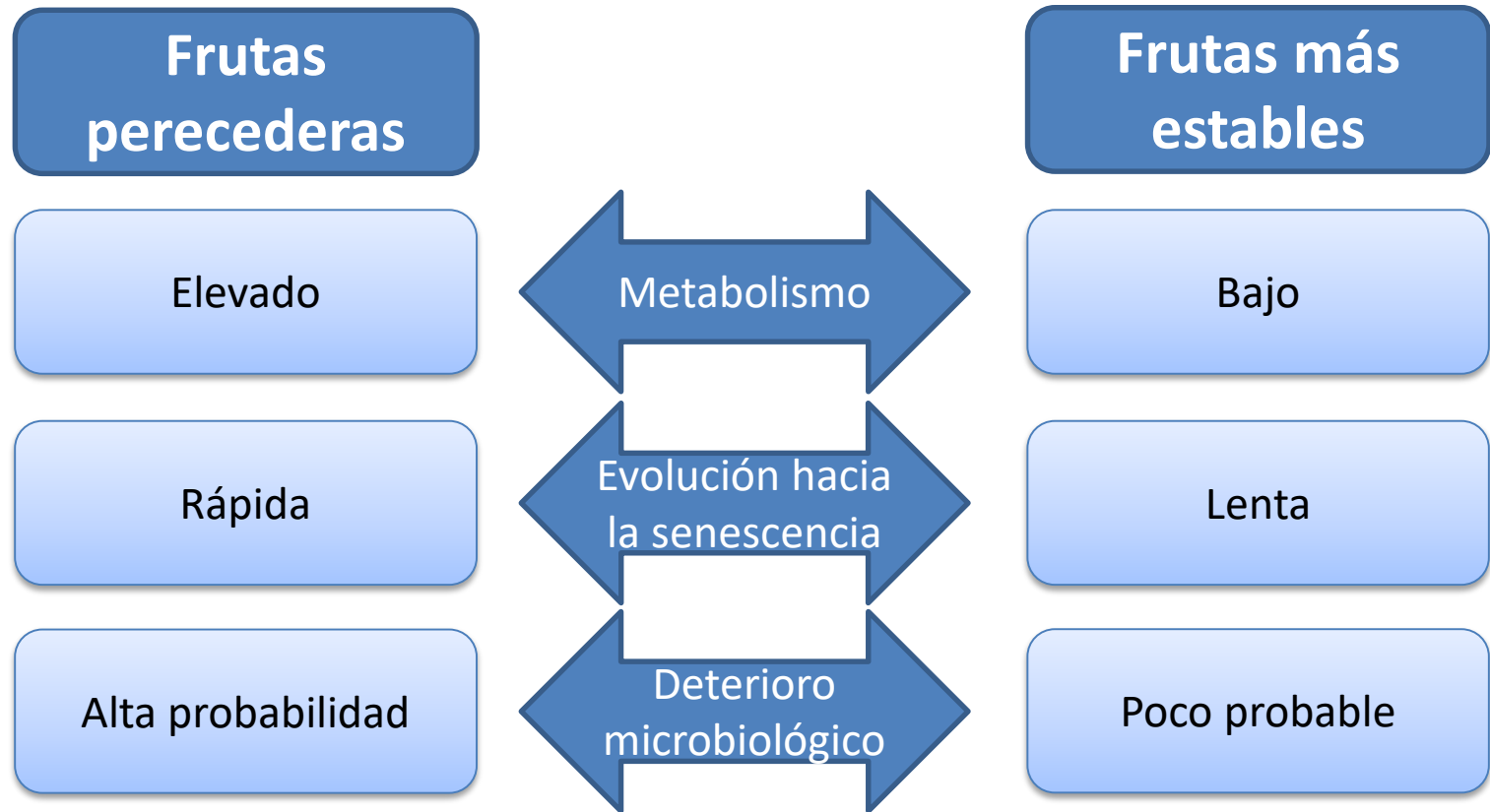


- Retrasar la senescencia
- Reducir la desecaci3n
- Mantener la textura
- Reducir oxidaciones
- Reducir cambios de color
- Evitar olores indeseables
- Inhibici3n del crecimiento de hongos/bacterias
-

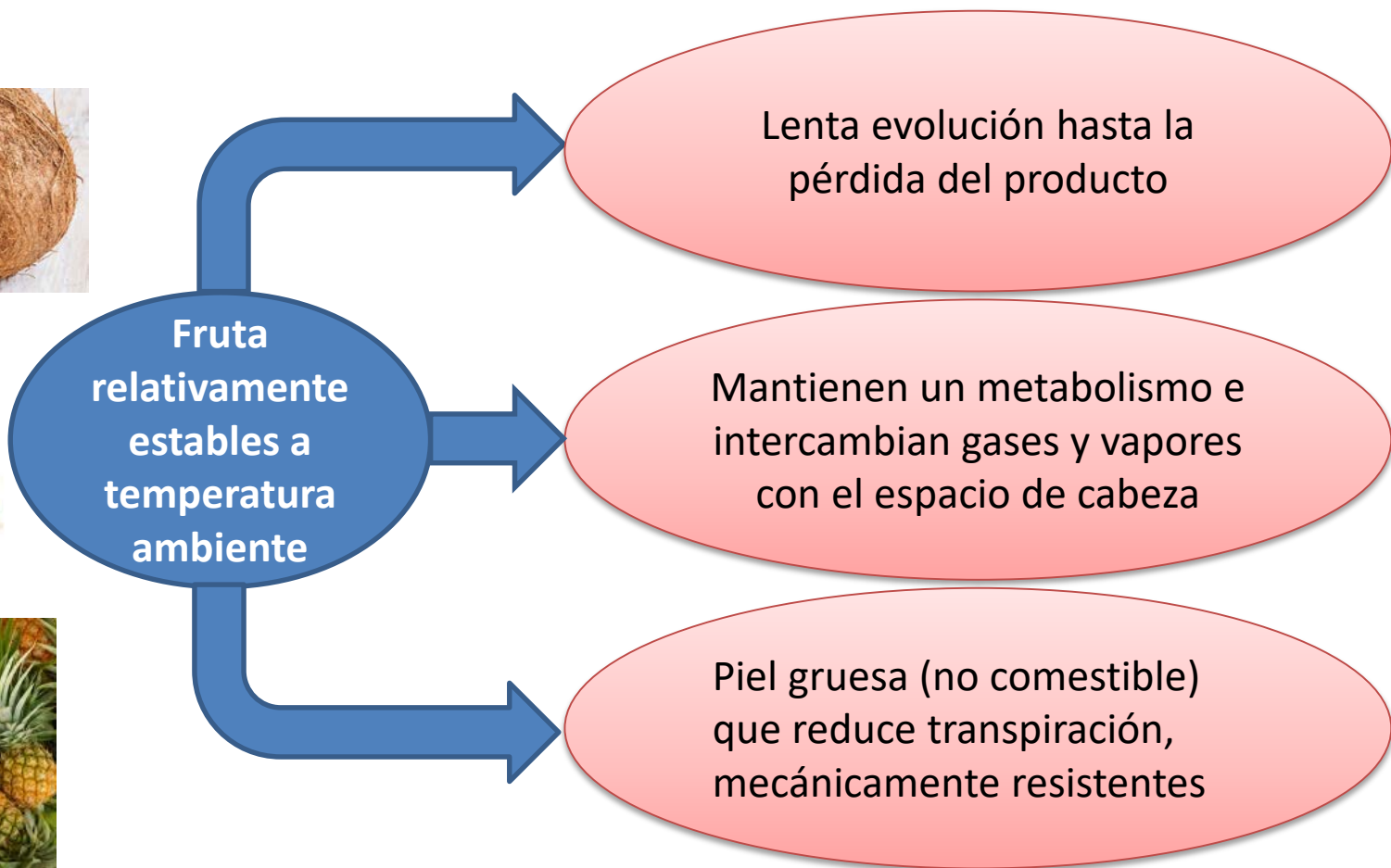
ENVASES EN FUNCIÓN DEL TIPO DE FRUTA

- Productos larga duración a temperatura ambiente
 - Mantienen un metabolismo débil
 - Evolucionan lentamente durante el almacenamiento
 - Baja probabilidad de deterioro microbiológico
- Productos de corta vida útil a temperatura ambiente
 - Mantienen un metabolismo alto
 - Evolucionan rápidamente durante el almacenamiento
 - Alta probabilidad de deterioro microbiológico

TIPO DE FRUTA EN FUNCIÓN DE SU ESTABILIDAD



ENVASES PARA FRUTAS DE LARGA DURACIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE



ENVASES PARA FRUTA ESTABLE A TEMPERATURA AMBIENTE

- Los envases para estos productos cumplen principalmente 3 funciones:

Contiene
el producto

ENVASE
EMBALAJE

Conserva y protege
la integridad y
la calidad del producto

Facilita el transporte y
la distribución comercial

Presenta e identifica el producto
Informa al consumidor
Elemento de ventas

TIPOS DE ENVASES PARA FRUTAS DE LARGA DURACIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE

- Envases de producto a granel
- Envases de agrupación (unitización)
- Envases individuales
 - Cajas (cajas pallet)
 - Mallas
 - Bandejas
 - Bolsas

ENVASES PARA FRUTA A GRANDEL



ENVASES PARA FRUTA A GRANEL

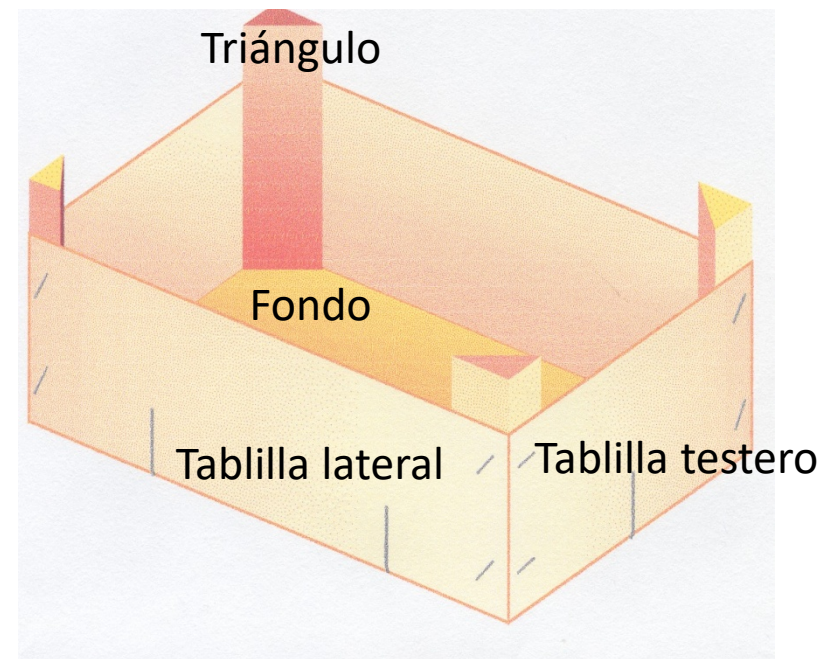
- Se utilizan cajas de madera, cartón y plástico



Propiedad	Madera	Cartón	Plástico
Materiales	Abundantes y biodegradables	Abundantes y biodegradables	Escasos
Reciclabilidad reutilización	Reutilización	Reciclable	Reutilizable
Higienización	No se desinfectan	No se desinfectan	Se desinfectan
Palatización	Excelente	Excelente	Excelente
Preenfriado y ventilación	Regular	Regular	Buena
Imagen	Excelente	Buena	Mala

ENVASES DE MADERA

- Ventajas
 - Materias primas abundantes (chapa de chopo y pino)
 - Resistencia mecánica (presión e impacto)
 - Versatilidad de formas y dimensiones
 - Reutilizables, reciclables y degradables
- Inconvenientes
 - Peso y volumen en vacío
 - Sin propiedades barrera (gases/ aromas)



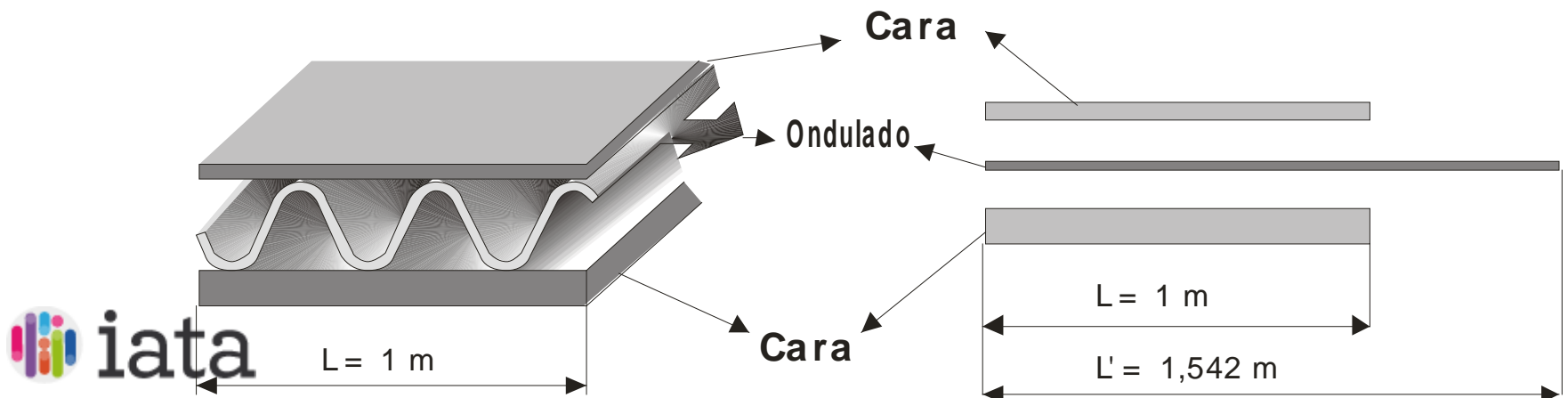
ENVASES DE MADERA

- Ventajas
 - Materias primas abundantes (chapa de chopo y pino)
 - Resistencia mecánica (presión e impacto)
 - Versatilidad de formas y dimensiones
 - Reutilizables, reciclables y degradables
- Inconvenientes
 - Peso y volumen en vacío
 - Sin propiedades barrera (gases/ aromas)



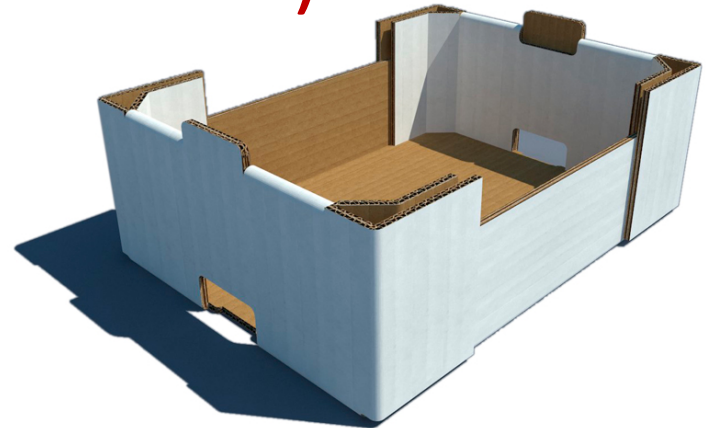
ENVASES DE CARTÓN

- Ventajas
 - Materias primas abundantes
 - Versatilidad de formas y dimensiones
 - Ligereza y flexibilidad
 - Resistencia mecánica variable
 - Facilidad de impresión y decoración
 - Degradabilidad y reciclabilidad
 - Precio bajo
- Inconvenientes
 - Alta higroscopicidad
 - No presentan propiedades barrera



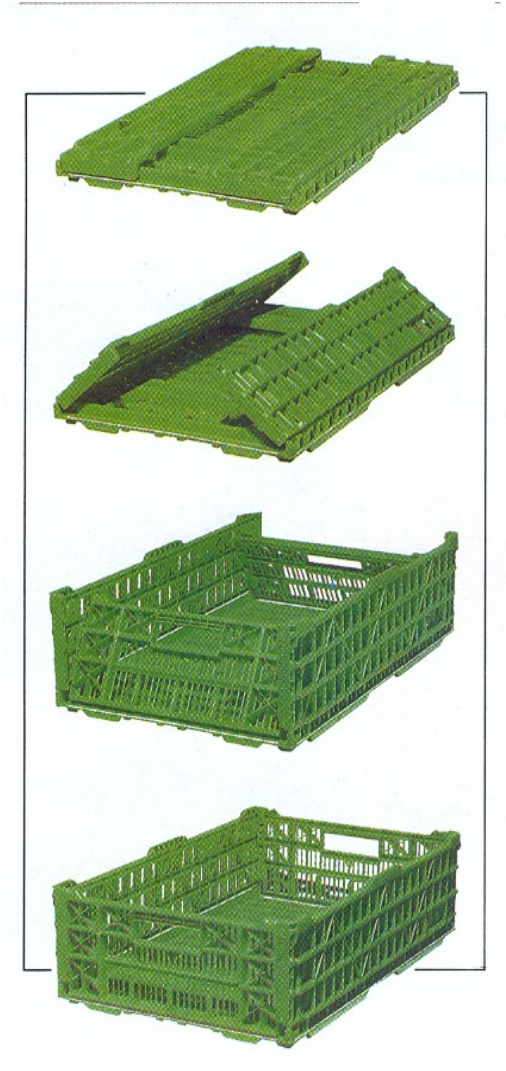
ENVASE DE CARTÓN UNIQ (PLAFORM)

- Características
 - Cartón ondulado doble cara
 - Formación en línea con adhesivo
 - Dos tipos, tejadillo y columna
 - Ligereza y flexibilidad
 - Distintos grados de ventilación
 - Un solo uso
- Normas de calidad
 - Resistencia mecánica
 - Compresión, flexión, vibración
 - Resistencia a la humedad



CAJAS DE PLÁSTICO (HDPE Y PP)

- Ventajas
 - Versatilidad de formas y dimensiones
 - Resistencia mecánica variable
 - Plegables (bajo volumen vacía)
 - Facilidad de impresión y decoración
 - Reutilización e higienización
 - Resistente al agua
 - Excelente ventilación
- Inconvenientes
 - Materias primas escasas
 - Elevado peso



PROTECCIÓN MECÁNICA PARA FRUTA ENVASADA A GRANEL

- Muchos productos se degradan por abrasión o golpes (entre sí y con el envase) durante el transporte y distribución
- Los envases incluyen sistemas para reducir daños



ENVASES DE AGRUPACIÓN PARA FRUTA

- Algunos productos vienen agrupados para su comercialización.
- Se utilizan todo tipo de envases



Mallas de PP



Bandejas PS con film retráctil



Cajas (madera, cartón, HDPE)

ENVASES UNITARIOS Y DE PRESENTACIÓN



ENVASES PARA PRODUCTOS PERECEDEROS

- Muchos productos tienen una vida útil muy corta desde su cosecha o requieren aumentarla para mejorar su distribución y reducir pérdidas
- Otros se procesan mínimamente y requieren mayor protección
- El envase cumple las cuatro funciones

Contiene
el producto

ENVASE
EMBALAJE

Conserva y protege
la integridad y la
calidad del producto

Facilita el transporte y
la distribución comercial

Presenta e identifica el producto
Informa al consumidor
Elemento de ventas

PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO



Preparación
(corte, troceado,
deshuesado...)



Lavado



Envasado



Almacenamiento
Refrigeración

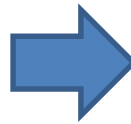
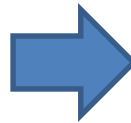
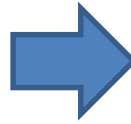
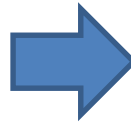
AUMENTO DE LA ESTABILIDAD DE FRUTAS FRESCAS O MÍNIMAMENTE PROCESADAS MEDIANTE ENVASES

• Problemática

- Metabolismo conduce a maduración y senescencia
- Intercambiando gases y vapores
- Incluyen una carga microbiológica inicial
- Sensibilidad mecánica

• Soluciones

- Frío y modificación atmosférica
- Control de gases y humedad
- Agentes inhibidores de crecimiento microbiano
- Amortiguación



MAP

Envasado activo e inteligente

ENVASADO EN ATMÓSFERA MODIFICADA (MAP)

- Atmósfera modificada.
 - Reemplazo del aire interior del envase por mezclas de gases con diferente composición, en la cual cada componente se fija cuando se introduce la mezcla, pero sin ejercer control posterior durante el almacenamiento
- Atmósfera modificada pasiva o en equilibrio (EMAP).
 - En productos vegetales frescos con alta tasa de respiración la composición inicial debe ser la atmosférica, ya que desde el inicio del almacenamiento se va modificando hasta llegar en poco tiempo a una atmósfera de equilibrio entre la respiración del producto y la permeabilidad del envase



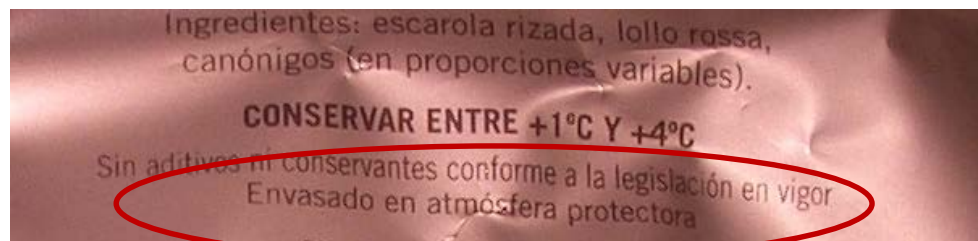
VENTAJAS/INCONVENIENTES DEL ENVASADO EN MAP DE PRODUCTOS VEGETALES

VENTAJAS

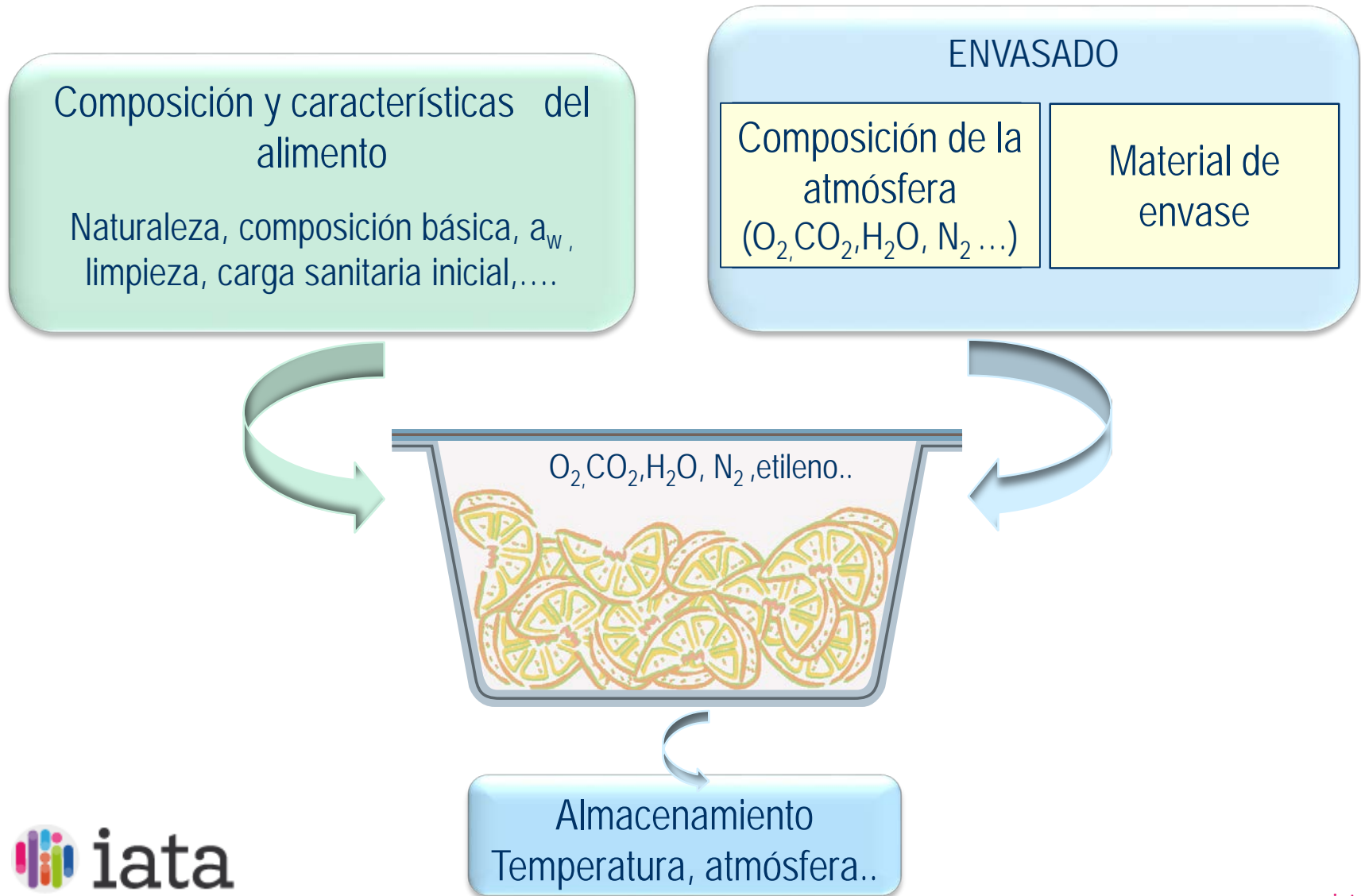
- aumento significativo de la vida útil comercial del producto fresco y/o poco procesado
- buena presentación comercial al mantener el color y características “naturales” del producto fresco
- aprovechamiento de excedentes y productos defectuosos y reducción de desperdicios
- mejora de la distribución comercial de alimentos fresco, con aumento sensible del radio de distribución y reducción de la frecuencia de reposición de mercancías

INCONVENIENTES

- inversión en los equipos de envasado y coste de los gases y materiales de envase
- coste de los sistemas analíticos y de aseguramiento de calidad
- aumento de los costos de transporte y almacenamiento de envases y productos elaborados. Se requiere temperatura controlada, en general refrigeración
- riesgo de problemas de salubridad por crecimiento de patógenos si no se mantiene la atmósfera y/o la temperatura de conservación adecuada



FACTORES A CONSIDERAR EN EL ENVASADO EN ATMÓSFERA MODIFICADA



ENVASADO EN ATMOSFERA MODIFICADA

- MAP a temperaturas de refrigeración permiten estabilizar frutas frescas
 - Se retrasa el proceso de maduración (reducción del metabolismo)
 - Se reduce la probabilidad de infección por hongos
- MAP de frutas y hortalizas frescas incluye la modificación de la atmósfera del envase
 - Considera la velocidad de respiración del producto
 - Considera la tasa de permeación en los envases
- Atmosferas adecuadas son en general las que incluyen entre el 1 y el 10% de O_2 y CO_2
 - Deben mantenerse en intervalos precisos a lo largo del periodo de comercialización.
 - La permeación de gases en los envases debe igualarse a los productos del metabolismo

METABOLISMO DE LA FRUTA EN MAP

- La respiración, transpiración, generación de etileno, pérdida de aromas (volátiles) depende de la atmosfera circundante

- El proceso de respiración sigue una cinética de tipo enzimático Michaelis-Menten

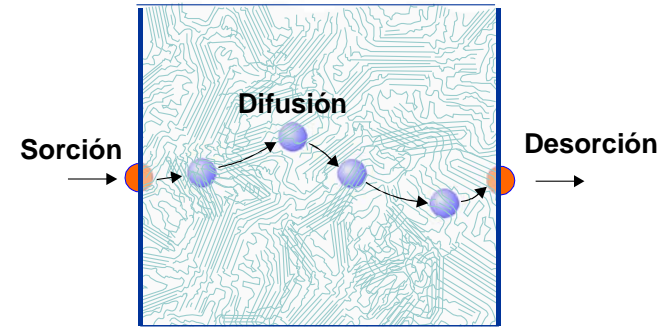
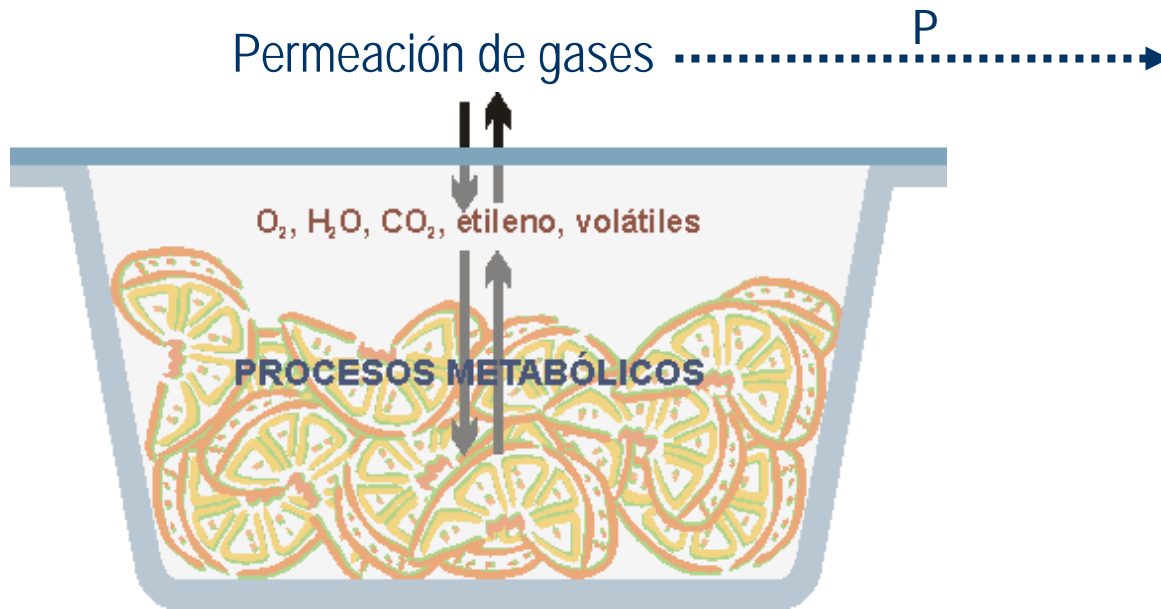
$$r_{O_2} = \frac{r_{O_2 \max} \theta e^{-E_a/RT} \cdot y_{O_2}}{K_{m_{O_2}} + y_{O_2} \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{K_{mu/CO_2}}\right)} \quad r_{CO_2} = \frac{r_{CO_2 \max} \theta e^{-E_a/RT} \cdot y_{O_2}}{K_{m_{CO_2}} + y_{O_2} \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{K_{mu/CO_2}}\right)}$$

- El proceso de generación de etileno sigue una cinética de tipo enzimático cooperativo Michaelis-Menten

$$r_{C_2H_4} = \frac{r_{C_2H_4 \max} (y_{O_2})^h}{\left(K_{m_{C_2H_4}}\right)^h + (y_{O_2})^h}$$

INTERACCIONES PRODUCTO/ENVASE/ENTORNO.

COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA DE ENVASADO



$$P = D \cdot S = q \cdot \frac{\ell}{A \cdot t \cdot \Delta p}$$

Procesos metabólicos

↕ O₂, CO₂...

Permeación

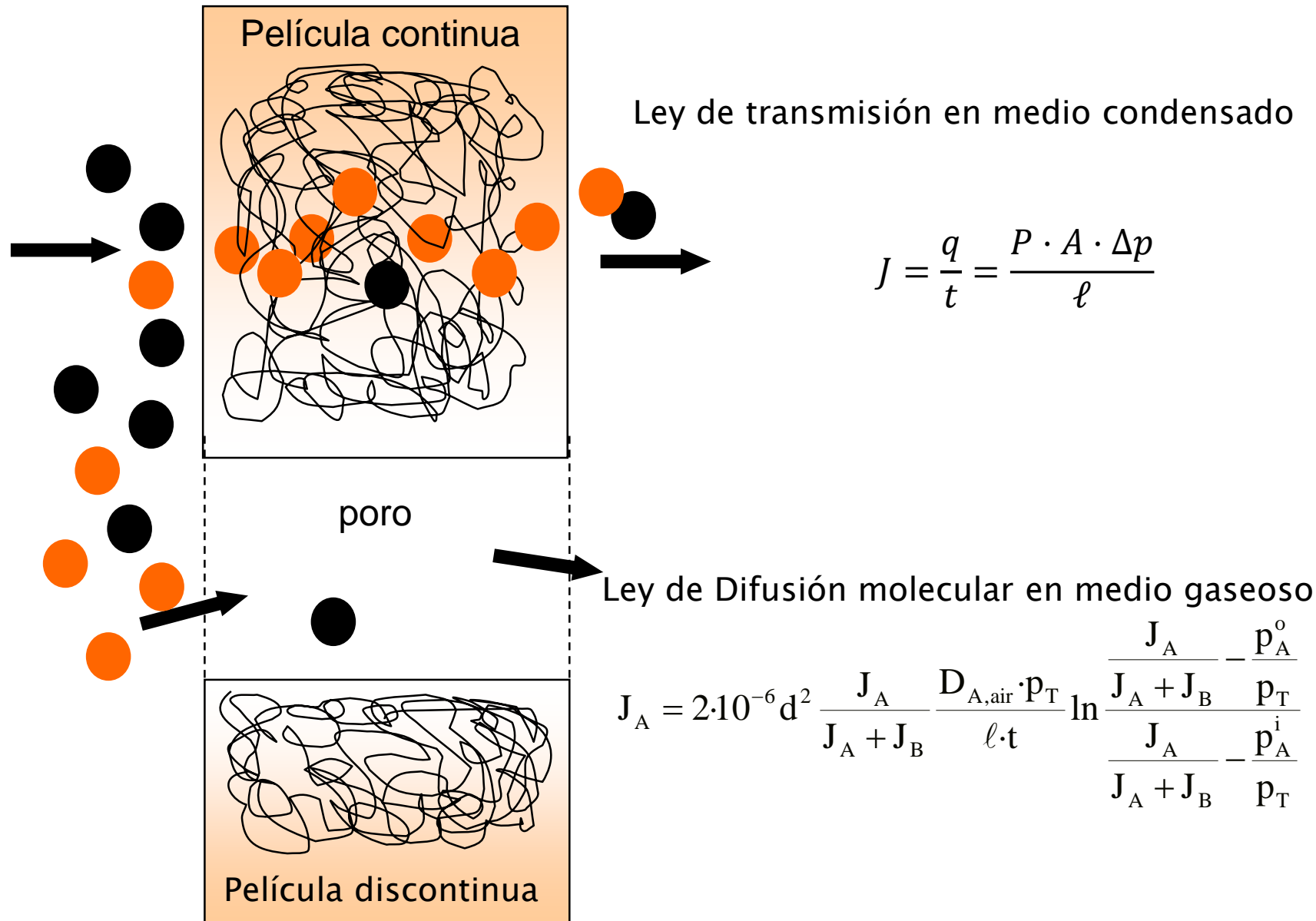


Atmósfera de envasado

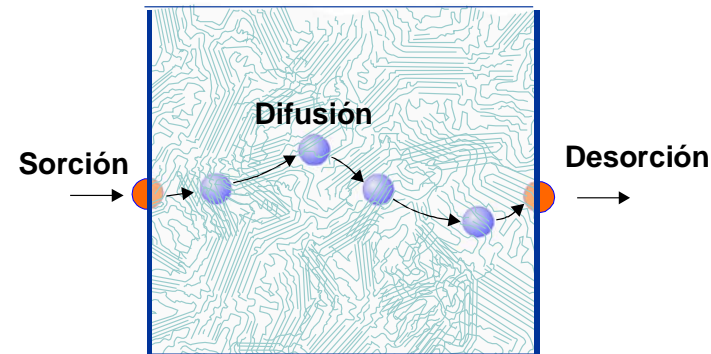
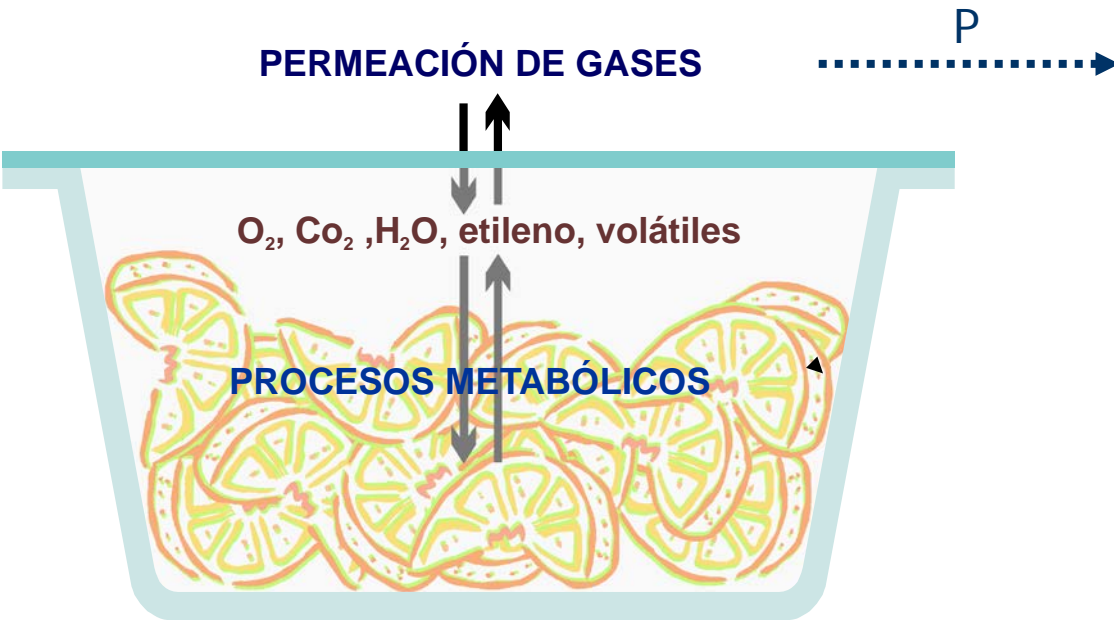
PERMEABILIDADES DE POLÍMEROS

Polímero	O ₂ cc.mm/m ² .día.atm	CO ₂ cc.mm/m ² .día.atm	H ₂ O, 38°C, 90 %HR g.mm/m ² .día
LDPE	196	984	0.4
HDPE	73	228	0.17
OPP	59	216	0.1
PVC	1.9	7.88	1.2
PVC plastificado	6-4000	20-12000	3
PS	100	300	4
PET	1.8	9.44	0.5
PA6	2.6	4	10
PVdC	0.1	0.2	0.2
EVOH 27	0.012	0.016	3.1
PVOH seco	0.003	0.006	
PVOH 90%	5	25	100

Permeación en materiales porosos



ATMÓSFERA EN EQUILIBRIO EN FRUTAS Y HORTALIZAS



$$J = \frac{q}{t} = \frac{P \cdot A \cdot \Delta p}{\ell}$$

$$\left[V \frac{dy_{O_2}}{dt} + y_{O_2} \frac{dV}{dt} \right] = K_{TRO_2} (y_{O_2out} - y_{O_2}) + \frac{APQ_{O_2}}{L} (y_{O_2out} - y_{O_2}) - r_{O_2} W$$

$$\left[V \frac{dy_{CO_2}}{dt} + y_{CO_2} \frac{dV}{dt} \right] = K_{TRCO_2} (y_{CO_2out} - y_{CO_2}) + \frac{APQ_{CO_2}}{L} (y_{CO_2out} - y_{CO_2}) + r_{CO_2} W$$

GASES PARA MAP

- CO₂**
 - bacteriostático y fungistático
 - soluble en agua y grasas (posible colapso del envase)
- O₂**
 - inhibe el crecimiento de microorganismos anaerobios
 - mantiene el metabolismo respiratorio de frutas y hortalizas
 - crecimiento de microorganismos aerobios
 - oxidación de grasas y aceites
 - mantiene el color en carnes rojas (oxidación de la mioglobina)
- N₂**
 - reemplaza al O₂ y CO₂ y completa la atmósfera de envasado
 - evita la oxidación de grasas
 - inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios

Otros posibles gases: CO, SO₂, óxido de etileno,

EXIGENCIAS PARA EL ENVASADO EN MAP DE PRODUCTOS VEGETALES

Atmósfera de envasado

➤ O_2 ↓

↓ crecimiento de microorganismo
respiración/senescencia
reacciones de pardeamiento
degradación de colorantes

pero si $O_2 \rightarrow 0$

metabolismo propio (senescencia)
microorganismos anaerobios

➤ CO_2 ↑

↓ crecimiento de microorganismos
biosíntesis de etileno
↑ posible absorción por el alimento:
colapso del envase y/o posible alteración de sabor

Atmósferas usuales: 1-5% O_2 ; 3-15/20 % CO_2 ; resto N_2

ATMÓSFERAS RECOMENDADAS PARA DEFERENTES PRODUCTOS VEGETALES

Producto	% O ₂	% CO ₂	% N ₂
Alcachofa	3-5	0-2	resto
Cebolla	1-4	2-5	"
Endivia	2-3	5-10	"
Lechuga	2-3	2-5	"
Mezcla hortalizas			"
Espárrago verde	10-15	7-12	"
Espinaca	15-20	10-20	"
Repollo	2-3	3-6	"
Cereza	3-10	10-15	"
Ciruela	3-10	10-15	"
Fresa	3-10	15-20	"
Kiwi	1-2	3-5	"
Melocotón	1-2	3-5	"
Plátano	2-3	8-10	"
Manzana	1-3	0-6	"

EXIGENCIAS EN LOS ENVASES

- Características barrera adecuadas para mantener la atmósfera deseada (permeabilidad controlada a los gases O₂, CO₂, N₂, vapor de agua, volátiles...)
- Resistencia a los tratamientos de envasado y manipulación durante la comercialización (resistencia a los tratamientos, a la abrasión, desgarró, perforación, flexión, etc....)
- Termosoldabilidad (hermeticidad y fuerza de cierre)
- Transparencia (opcional para la mayor parte de alimentos, si no presentan problemas de degradación por radiaciones)

TIPOS DE ENVASES PARA EL ENVASADO MAP DE FRUTAS

- Envases tipo bolsa de 3 soldaduras
 - PP, HDPE, LDPE



Bandejas de PS expandido con film retráctil de PVC

- Bandejas de PET embolsadas en PP

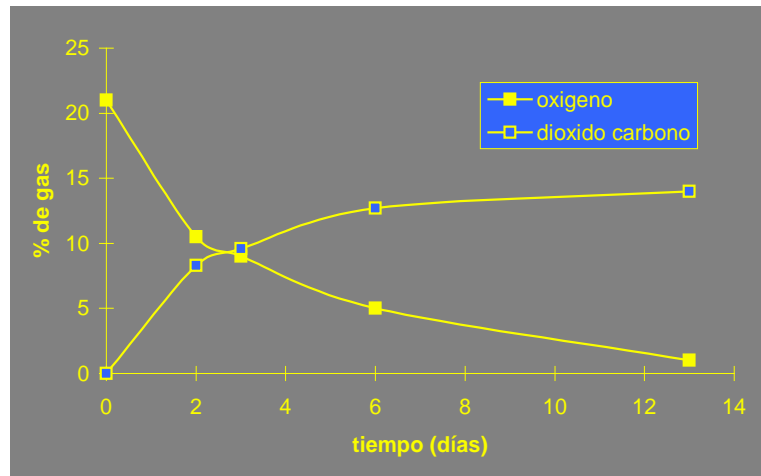


Bandejas o copas de PP o PET con film perforado

ENVASES NO SUFICIENTEMENTE PERMEABLES

La cinética de respiración del alimento es superior a la de transmisión de gases a través del envase

- El oxígeno disponible se reduce
- El dióxido de carbono se acumula
- El alimento puede decaer por falta de oxígeno o exceso de CO_2



Perfil de gases de una bolsa de lechuga troceada envasada en PP de 35 micras

NUEVOS MATERIALES. PELÍCULAS CON PERMEABILIDAD SELECTIVA O MODIFICABLE

- Películas con permeabilidad selectiva
 - Polietilenos metalocénicos, copolímeros butadieno-estireno,
 - Recubrimientos acrílicos, bioplásticos...

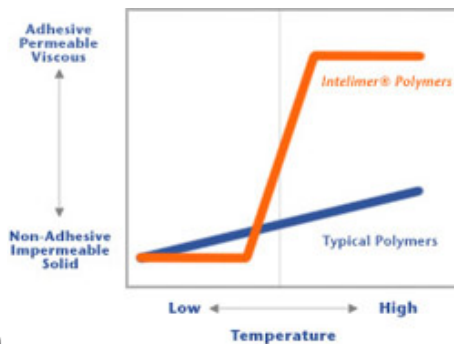
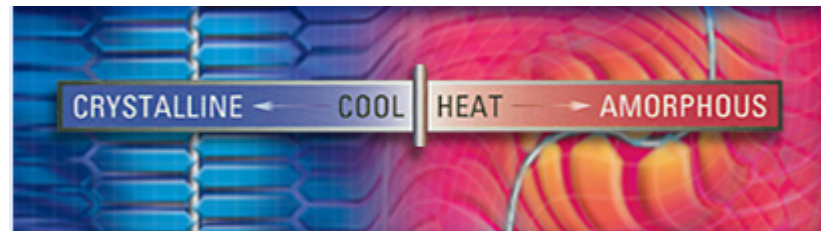
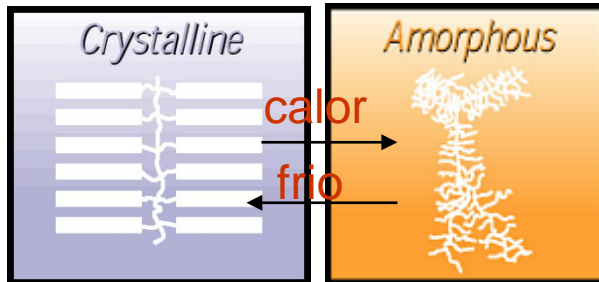
$$PO_2 \cong PCO_2 \quad \dots\dots \quad PO_2 \lll PCO_2$$

- Películas porosas
 - Materiales microporosos : Inclusión en la matriz polimérica de materiales minerales finamente dispersos (zeolitas, rocas volcánicas,...Permeabilidad controlada por cantidad y tamaño de partículas.
 - Se han desarrollado materiales con PO₂ hasta 10.000 cc/día.atm
 - Ej. comercial : FreshHold (River Ranch Fresh Food, EE.UU.). Uso como etiquetas; dispersa partículas de CaCO₃
 - Materiales microperforados



NUEVOS MATERIALES. PELÍCULAS CON PERMEABILIDAD SELECTIVA O MODIFICABLE

- Película con permeabilidad modificable por la temperatura
 - Intelimer Coating (Landoc Corporation, EE.UU.)
 - Recubrimiento acrílico sobre soporte poroso. Rápido aumento de la permeabilidad a cierta temperatura (por paso de estructura cristalina a amorfa)



ENVASES ACTIVOS E INTELIGENTES

Envase tradicional: 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

Envase activo \neq Envase inteligente



Smart packaging : active packaging /intelligent packaging



FORMAS DE ACTUACIÓN DE LOS ENVASES ACTIVOS

- 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

FORMACIÓN DEL ENVASE ACTIVO

Presente en el interior del envase junto con el producto envasado, aunque separado del mismo

El elemento activo se presenta generalmente en pequeñas bolsas o etiquetas de material permeable, que se introducen en el envase



Sustancia activa

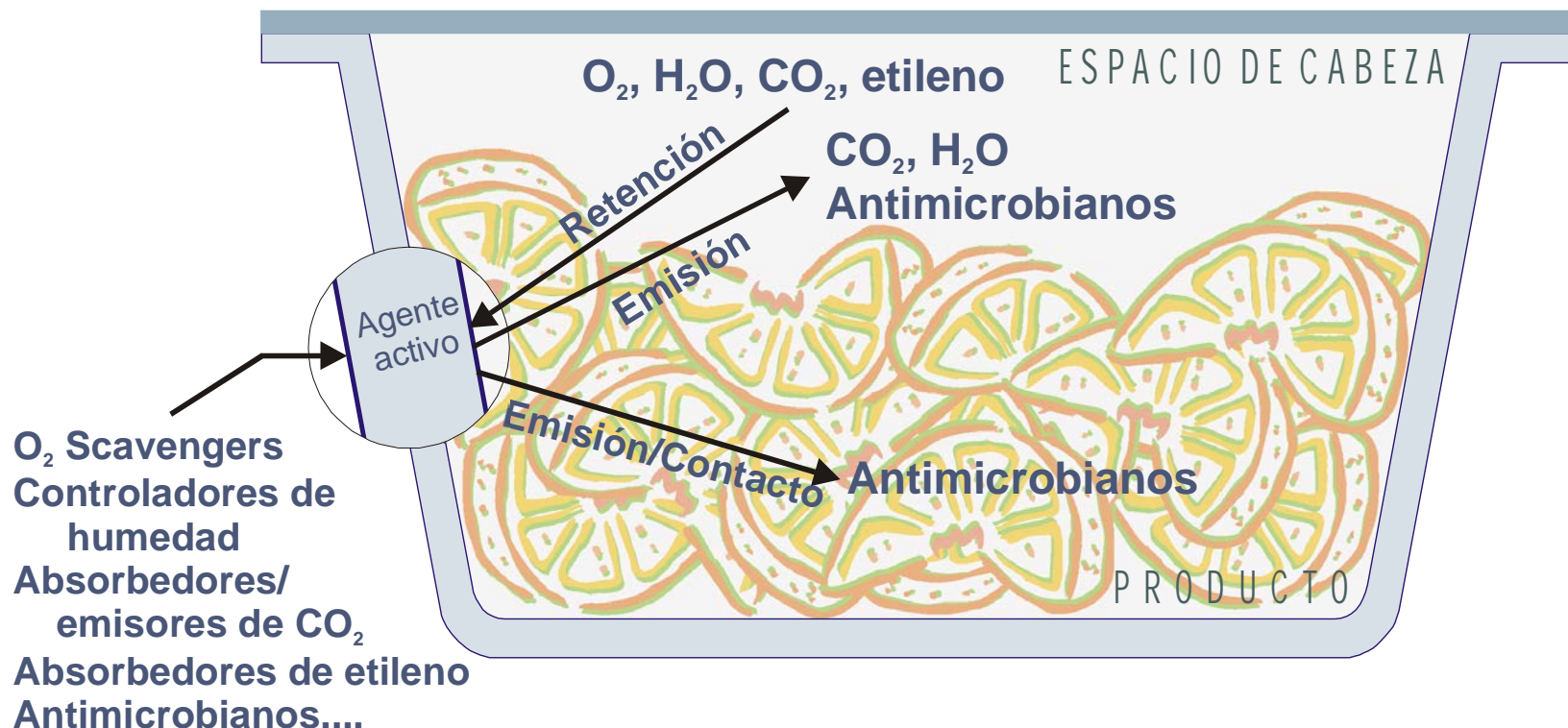
- Presencia de elementos extraños en el interior del envase: posible rechazo por el consumidor
- Mayor complejidad en la tecnología de envasado
- Posible toxicidad por contaminación circunstancial...

Formando parte del material de envase

TECNOLOGÍAS DE ENVASES ACTIVOS

- Sistemas que retienen/eliminan componentes del alimento
 - Oxígeno,
 - Humedad
 - CO₂
 - Etileno
 - Aromas
 - Sustancias indeseables
- Sistemas que aportan componentes beneficiosos al alimento
 - Antioxidantes
 - Aromas
 - Conservantes químicos
 - CO₂
 - Antimicrobianos
 - Componentes funcionales
- Otros sistemas activos
 - Susceptores de microondas
 - Envases autocalentables y autoenfriables
 - Materiales con permeabilidad selectiva

TECNOLOGÍAS DE ENVASES ACTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS



ENVASES ACTIVOS PARA EL CONTROL DE ETILENO

- El etileno forma parte de la actividad fisiológica de los vegetales
 - Su presencia en bajas concentraciones acelera la maduración de frutas y hortalizas.
 - Su eliminación o reducción puede llevar a alargar la vida útil del producto al reducir su senescencia
 - Su presencia puede tener efectos positivos para algunos productos (desverdización de cítricos, maduración de tomates, etc.)
- Materiales activos
 - Basados en KMnO_4 inmovilizado en un absorbente (4-6% de KMnO_4 sobre alúmina, sílica gel, grafito, zeolita, ...)
 - Basados en carbón activo
 - Basados en mezclas de zeolitas con óxidos metálicos dispersos en polímeros



ENVASES ACTIVOS PARA EL CONTROL DE ETILENO



Envasado de melón cantalupo

Envase: Bolsa de polietileno con zeolita

30 días de almacenamiento a 4°C



control



envase activo

Envasado de plátanos

Envase: Bolsa de material comercial Longlife®

10 días de almacenamiento a 14°C



control



envase activo

ENVASES ACTIVOS PARA EL CONTROL DE CO₂

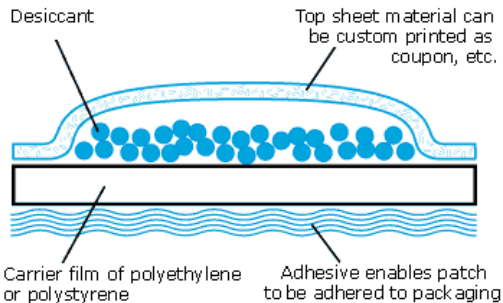
- El dióxido de carbono está presente en muchos sistemas envase-producto
 - En frutas y hortalizas frescas se genera por la actividad fisiológica del producto
 - En muchos productos de elevada humedad se introduce como fungistático
 - En producto tostados (café...) sigue desprendiéndose tras el envasado
- Materiales activos
 - Generadores o emisores de dióxido de carbono
 - Bicarbonato cálcico
 - Ácido ascórbico (desprende CO₂ al fijar O₂)
 - Aplicación en envasado de carnes y vegetales
 - Secuestradores o absorbedores
 - Hidróxido de calcio
 - Aplicación en envasado de café y vegetales



ENVASES ACTIVOS FRENTE AL AGUA

➤ Eliminación de agua y líquidos exudados

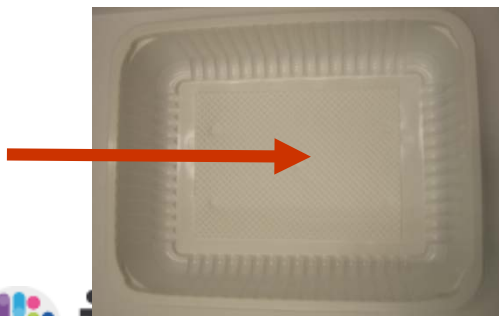
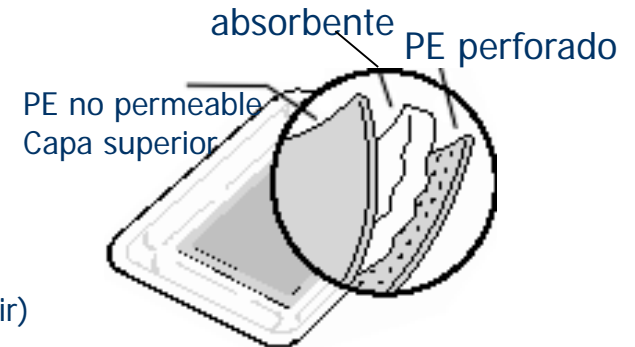
Materiales permeables con absorbentes (gel de sílice, arcillas, cloruro cálcico, derivados de almidón, carbón activado....)



Desimax (Multisorb Technologies Inc.)

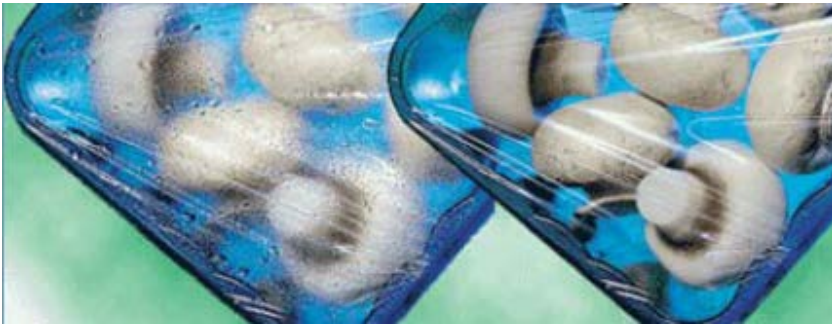


Dri-LOC (CrioVac-Sealed Air)



ENVASES ACTIVOS FRENTE AL AGUA

- Agentes Anti-vaho
 - Substancias ambifílicas 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



Bolsas PEAK*fresh*[®]
(PEAK*fresh* Products, Australia,
<http://www.peakfresh.com>)



CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN ALIMENTOS. 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 ANTIMICROBIANOS

- Envases con capacidad de emisión o eliminación de compuestos volátiles antimicrobianos
 - Secuestradores de oxígeno
 - Emisores de óxido de cloro
 - Fungicidas (etanol, imazalil, 2-nonanona...)
- Envases que liberan sustancias 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...)

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 µL 2-nonanona



10 días a 10 °C **SIN**
2,5 µL 2-nonanona



ENVASES ANTIMICROBIANOS COMERCIALES PARA FRUTA



- Envases antimicrobianos
 - Pads con agentes activos (Sorbatos)
 - Pads con extractos vegetales
 - Pads con metabisulfito

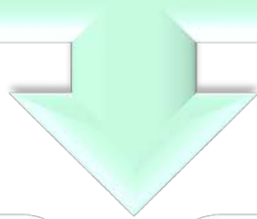


ENVASES INTELIGENTES

- 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

SISTEMAS INTELIGENTES

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 (transmisores de información)

Sistema indicadores de incidencias en el envasado

SISTEMAS INTELIGENTES

- Sistemas portadores de datos:
 - Códigos de barras
 - Códigos bidimensionales. Data Matrix, Códigos QR)
 - Identificación por radio frecuencia
- Indicadores incidencias en el envasado:
 - Indicadores tiempo/temperatura
 - Indicadores de integridad
 - Indicadores modificación de la atmósfera de envasado. Sensores de gases
 - Indicadores de frescura. Biosensores

ETIQUETADO INTELIGENTE. CÓDIGOS QR

Códigos QR



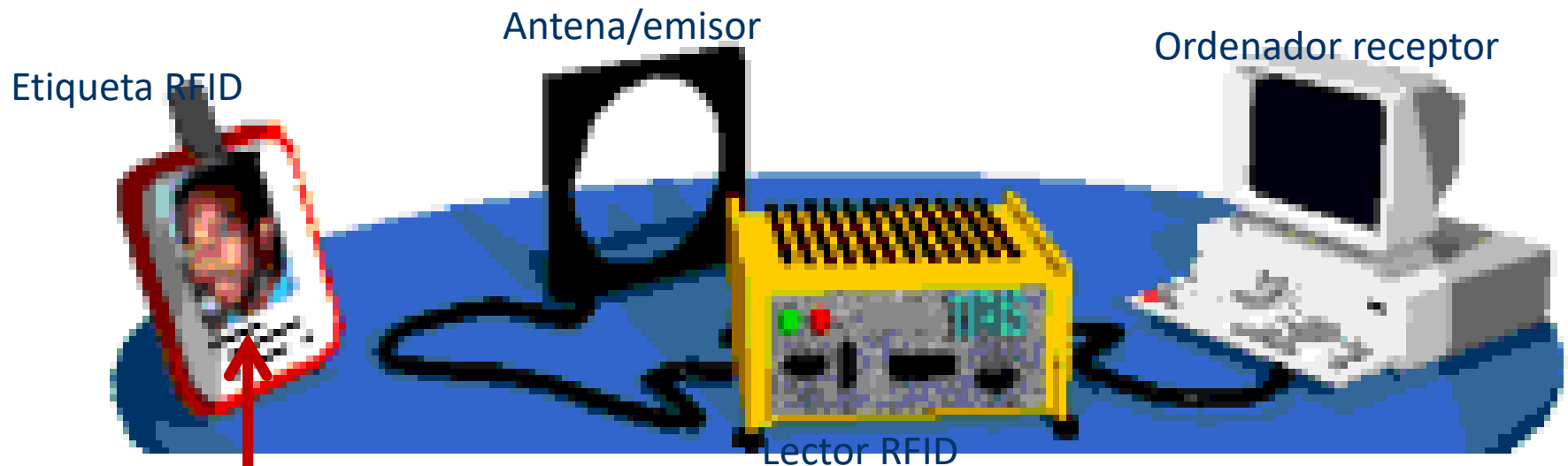
Código QR (*Quick Response code*, «código de respuesta rápida») es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras dimensional. Se caracteriza por tres cuadros en las esquinas que fijan la posición de lectura

El Código QR permite descargar mediante el teléfono móvil información sobre el producto; este código direcciona al usuario a la zona concreta de la web de la empresa fabricante donde está la información sobre el producto

Más reciente y extendido que el Data Matrix (1994). Puede generar símbolos Kangi (grafías japonesas)

IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA (RFID)

- Un emisor de radio frecuencia emite ondas para captar información en un dispositivo de radio frecuencia en el envase, pasando la información a un sistema de control



DISPOSITIVOS RFID. ETIQUETAS (SEGÚN ENERGÍA)

- Etiquetas pasivas
 - No disponen de fuente de energía propia
 - La energía necesaria para activar el “chip” se recoge del lector RFID
- Etiquetas activas
 - Dotadas de fuente de energía interna (batería recargable cuando se agota)
 - No depende de la energía del lector
- Etiquetas semiactivas
 - Dotadas de fuente de energía interna (batería recargable cuando se agota)
 - Transmiten la información como las pasivas
 - La fuente de energía se utiliza para funciones adicionales (información de sensores de incidencia en el envasado)

INTEGRACIÓN DE TAGS RFID EN ENVASES

El tag RFID va embebido dentro de un disco de polietileno que se suelda por fricción (calor) al contenedor



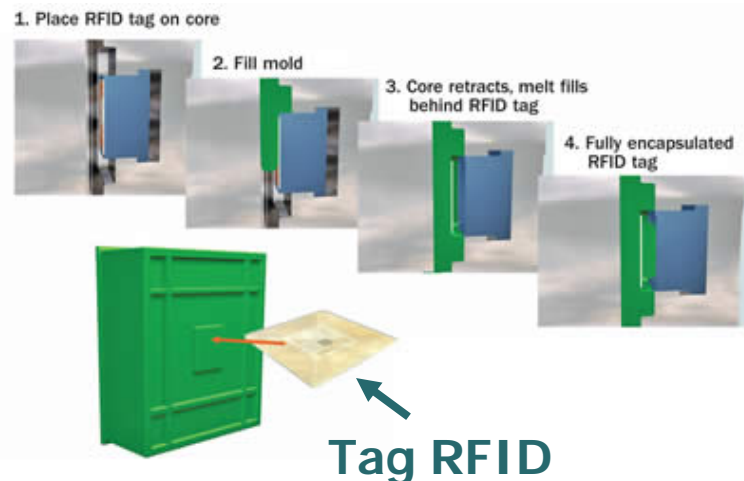
Tag RFID



Fuente: Promens Iberia (España)



El tag RFID se inserta en el molde como una etiqueta durante el proceso de inyección (IML)



Fuente: Engel (Austria)

INDICADORES DE INCIDENCIA EN EL ENVASADO.

INDICADORES TIEMPO/TEMPERATURA

- Etiquetas que proporcionan información visual (cambios de color irreversibles) 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...). Se han desarrollado sistemas físicos, químicos y microbiológicos
 - Indicadores de temperatura crítica
 - Indicadores de historia térmica parcial
 - Indicadores de historia térmica completa

INDICADORES TIEMPO/TEMPERATURA

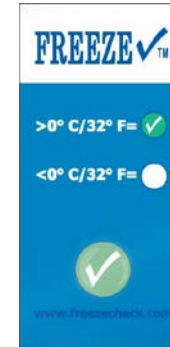
- Indicadores de congelación



ColdMark™
(Cold Ice, Inc.-USA)



Freeze Watch (3M, USA)



Freeze Check Indicator
(American Thermal Instruments, USA)

- Indicadores de exposición a mayor temperatura



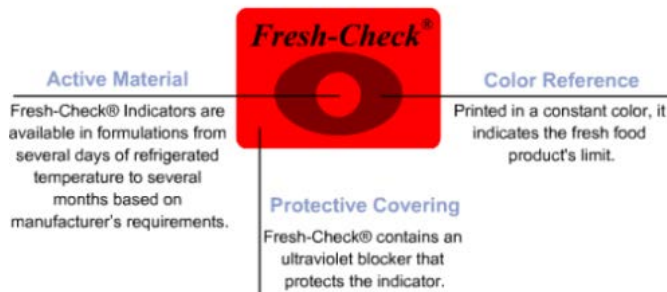
Warm Mark (ShokWath, USA)



TempDot (DeltaTrack, USA)

INTEGRADORES TIEMPO/TEMPERATURA (TTi)

- Integradores tiempo/temperatura TTi, muestran la exposición a la temperatura acumulada con el tiempo. El historial térmico se muestra por cambios de color basados en principios químicos, físicos, enzimáticos....). Actúan como indicadores de frescura
- 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.



INDICADORES DE FRESCURA

- Los indicadores de frescura informan sobre el estado sanitario o calidad del alimento un alimento envasado a través de su respuesta a alguno de los cambios que se producen en el alimento como resultado del metabolismo o crecimiento microbiano
- Pueden reaccionar frente:
 - Microorganismos presentes en el producto
 - Gases o metabolitos durante el proceso de degradación

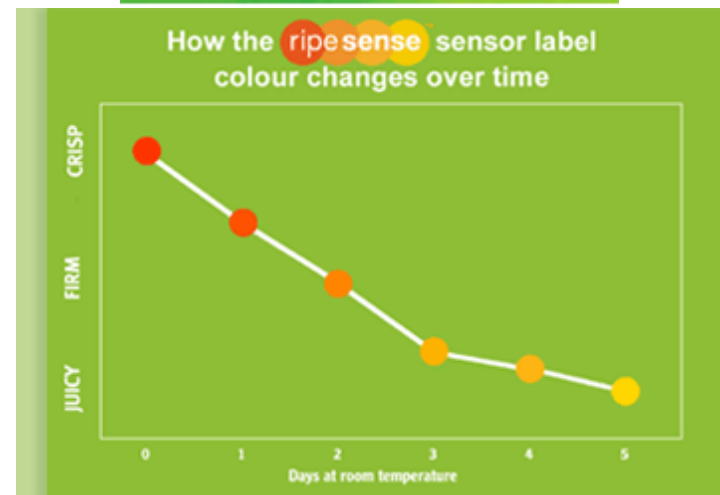
INDICADOR DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

- 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



INDICADOR DE ESTADO DE MADURACIÓN

- 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

CONCLUSIONES

- Existe una gran variedad de envases y sistemas de envasado para frutas
- Una parte importante se comercializa con envases abiertos, eventualmente con protectores mecánicos
- Los productos más perecederos se envasan con tecnologías MAP
- Los envases Smart (activos e inteligentes) están apareciendo con fuerza para proporcionar mejoras de estabilización e información sobre el estado de los productos



Instituto de Agroquímica
y Tecnología de Alimentos



Calle Catedrático Agustín Escardino, 7
46980 Paterna · Valencia · España
Tel +34 963 900022 · Fax +34 963 636301
www.iata.csic.es