

**Tecnología del envasado**

*Productos cortados de buena calidad*

## Diseño de productos envasados frescos

- Los envases donde se comercializan los productos se deben elegir teniendo en cuenta toda una serie de factores como el material más adecuado.

**Jesús Pérez Aparicio,  
Victoria Lafuente Rosales,  
Mª Ángeles Toledano Medina**

jesus.perez.aparicio@juntadeandalucia.es  
IFAPA Centro de Palma del Río

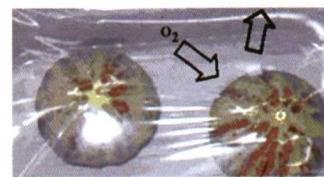
Se entiende por "producto listo para el consumo" el elaborado con hortalizas y frutas frescas sin transformar y envasadas para su consumo, generalmente peladas y/o troceadas. Un producto fresco cortado de buena calidad tendrá apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, seguridad microbiológica y vida útil suficiente para su distribución. El diseño del producto exige la elección de los materiales adecuados para el envase que irán en función principalmente del producto a envasar. Se describe a continuación los fundamentos básicos para poder definir qué tipo de materiales usar para según qué tipo de producto.

### Factores de influencia

Las frutas y hortalizas frescas cortadas se deterioran rápidamente con numerosos cambios físicos y fisiológicos. Por tanto su preparación se basa principalmente en proteger al producto frente a estos cambios o evitarlos. Se envasan con atmósfera modificada, que puede ser pasiva o activa. En el envasado pasivo la atmósfera se modifica por la interacción entre la respiración del fruto y la permeabilidad

del plástico del envase y en la activa la atmósfera se modifica evacuando el aire del interior e inyectando una mezcla de gases definida. Los gases más utilizados son oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno. El oxígeno se suele reducir para frenar la actividad metabólica del fruto, el dióxido de carbono se emplea como bactericida y fungistático además de reducir también la actividad metabólica del fruto, y el nitrógeno se usa principalmente para desplazar al oxígeno.

Otro factor de importancia es la permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono de los diferentes tipos plásticos. Los plásticos presentan una permeabilidad selectiva a cada uno de los gases que introducimos en el interior del envase. Existen numerosos tipos de material plástico (PET, PP, PE, PVC,...) que se eligen en función de la tasa respiratoria del fruto u hortaliza a envasar, de su peso, del tamaño del envase, de la cantidad de oxígeno que deseemos mantener en el interior del envase y de la temperatura y humedad relativa de almacenamiento del producto. Se muestran en



*Oxímetro y cámara estanca para determinar la tasa respiratoria.*

*Intercambio de gases en fruta envasada.*

en menor grado de la Humedad Relativa.

Finalmente se han de considerar características propias de la fruta u hortaliza a envasar: su peso y presentación (entera, en lonchas, picada), su tasa respiratoria, si su maduración es climatérica, su índice de madurez, y la textura del fruto principalmente. El cuartead o la sección del producto en mitades o lonchas influye en la conservación aumentando la actividad metabólica y disminuyendo por consiguiente la duración del producto. La textura del fruto es importante porque cuanto más firme más se minimizan los daños mecánicos durante la manipulación y distribución. La combinación de todos estos factores junto con la temperatura-humedad relativa durante el almacenamiento-distribución del producto determinarán su vida útil.

**La textura del fruto es importante porque cuanto más firme más se minimizan los daños mecánicos durante la manipulación y distribución**

### Diseño del producto

Para el diseño del producto es fundamental el cálculo de la tasa respiratoria mediante un sistema estanco, de flujo o abierto. La actividad

**Cuadro 1:**  
Tipos de plástico y sus valores característicos de permeabilidad al vapor de agua, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono.

Plástico (25 $\mu$ )	Perm. (g/m <sup>2</sup> 24h) 38°C/90%HR Vapor de agua	Perm. (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 24h atm) 25°C		
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Poliéster orientado (PET)	25-30	50-130	15-18	180-390
Polietileno baja densidad (LDPE)	18	7800	2800	42000
Polietileno alta densidad (HPDE)	7-10	2600	650	7600
Polipropileno fundido (PP)	10-12	3700	680	10000
Polipropileno orientado (PP)	6-7	2000	400	8000
Polipropileno orientado + PVdC	4-5	10-20	8-13	35-50
PVC rígido	30-40	150-350	60-150	450-1000

**Cuadro 2:**  
Productos hortofrutícolas y ornamentales clasificados de acuerdo a su velocidad de respiración (Kader, 2007).

Clase	Rango a 5°C (mg CO <sub>2</sub> /kg·h)	Productos
Muy bajo	<5	Dátiles, frutas y hortalizas secas, nueces
Bajo	5 – 10	Manzana, apio, cítricos, arándano, agrio, ajo, uva, melón gota de miel, kiwi, cebolla, persimonio, piña, granada, patata (madura), calabaza
Moderado	10-20	Albaricoque, plátano, arándano azul, repollo, melón cantaloupe, zanahoria (deshojadas), apio-nabo, cereza, pepino, higo, uva espina europea, lechuga (cabeza), mango, nectarina, aceituna, durazno, pera, ciruela, patata (inmadura), rábano (deshojado), calabacita, jitomate
Alto	20-40	Aguacate, zorzamora, zanahoria (con hojas), coliflor, pomo, lechuga (hojas), lima, rábano (con hojas), frambuesa, fresa
Muy Alto	40 – 60	Alcachofa, brócoli, col de Bruselas, chirimoya, flores cortadas, endibia, cebollita, col gallega, maracuyá, ejote, berro de agua
Extremadamente alto	> 60	Espárrago, champiñón, perejil, chícharo, espinaca

respiratoria se define como la cantidad de oxígeno consumido por el producto por unidad de peso y tiempo ( $\text{ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) o bien la cantidad de anhídrido carbónico emitido por el mismo por unidad de peso y tiempo. En el Cuadro 2 se muestran para algunos productos hortofrutícolas su tasa respiratoria ( $\text{ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  de CO<sub>2</sub>) según Kader (2007).

La tendencia de cualquier producto fresco envasado es a

consumir el oxígeno contenido en el envase mediante la respiración siempre que la difusión de oxígeno a través del plástico no sea suficiente para compensar este consumo. En el punto de equilibrio se cumple que la cantidad de oxígeno consumido por el producto iguala la cantidad de oxígeno que difunde a través del plástico (Gong, 1994). Este es el fundamento de la Ley de Fick cuya expresión mostramos más abajo.

Se debe determinar la permeabilidad idónea para mantener una determinada cantidad de oxígeno en equilibrio en el envase según el peso del producto envasado. Una vez que se dispone de un modelo adecuado se podrá predecir y validar el comportamiento del producto en un envase determinado.

La respiración del fruto ( $RR_{O_2}$ ) ( $\text{ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) se puede obtener ajustando una función

lineal de segundo o tercer grado a los valores de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> medidos en una cámara estanca con producto fresco en su interior y almacenadas en refrigeración durante tres o cuatro semanas (Gong, 1994).

$$[O_2] = at^3 + bt^2 + ct + d$$

$$[CO_2] = at^3 + bt^2 + ct + d$$

Una vez ajustada la función, la primera derivada de la misma se calcula, incorporando el peso del fruto (W) y el volumen libre o espacio de cabeza (V) de la cámara estanca.

$$d[O_2]/dt = 3at^2 + 2bt + c$$

$$RR_{O_2} = (3at^2 + 2bt + c)W^{-1}V$$

Para especificar las condiciones de permeabilidad y superficie del envase según el peso del fruto se utiliza la expresión que se cumple en todo envasado en atmósfera modificada una vez alcanza el equilibrio y que se basa en la Ley de Fick de difusión de los gases:  $PO_2 A (0.208 - [O_2]_p) = RR_{O_2} W$  donde PO<sub>2</sub> es la permeabilidad del material utilizado, A es la superficie de intercambio y [O<sub>2</sub>]<sub>p</sub> es el porcentaje de oxígeno en el interior del envase.

Con esta expresión y conociendo a qué concentración de Oxígeno el producto tiene la tasa respiratoria mínima (RR<sub>O<sub>2</sub></sub>) podemos obtener una combinación de parámetros: superficie, peso del producto y permeabilidad del plástico del envase que mantienen en el equilibrio la concentración de oxígeno deseada.

## Naranjas peladas y envasadas

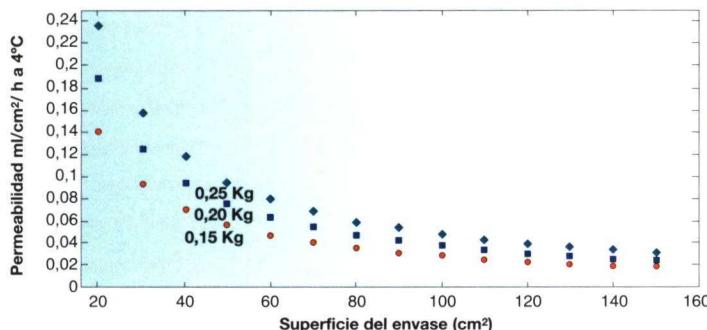
Se realizaron mediciones de  $O_2$  y  $CO_2$  en una cámara estanca con dos naranjas peladas en su interior y almacenadas en refrigeración ( $4^{\circ}C$ ) durante 28 días con el fin de determinar la actividad respiratoria del fruto y los valores necesarios de permeabilidad en el envase según superficie del plástico de cobertura y peso de la materia prima.

En la figura siguiente se representa la actividad respiratoria de la naranja pelada medida en un recipiente hermético. Se observa que a medida que va consumiendo el oxígeno residual el fruto reduce su actividad respiratoria hasta un mínimo alcanzado con una concentración de 12,6% de  $O_2$ . Seguidamente a menor concentración de oxígeno la actividad respiratoria se incrementa sucesivamente. El incremento fue especialmente significativo al 7,53% y 5,98% de  $O_2$ . A dichas concentraciones de oxígeno la concentración de anhídrido carbónico fue del 19,8% y del 21,7% respectivamente. Las concentraciones de anhídrido carbónico responden a la reducción o incremento de la actividad respiratoria en el mismo sentido que las concentraciones de oxígeno.

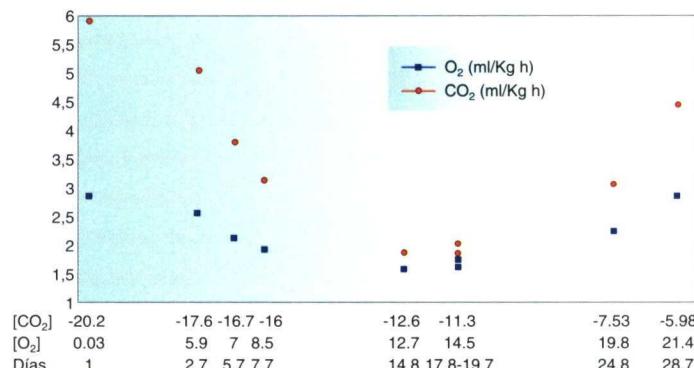
Con estos resultados se fijarían unas concentraciones ideales del 12,5%-11,5 de oxígeno y de 12,5-14,5% de dióxido de carbono. A estas concentraciones la respiración del fruto sería mínima. Por esto un envase bien diseñado ha de conseguir esas concentraciones en el equilibrio para procurar una menor tasa respiratoria en el fruto y por consiguiente una mayor vida útil.

Si se representa la superficie del envase frente a la permeabilidad del mismo al oxígeno para distintos pesos de fruta pelada envasada con el

**Figura 1:**  
Evolución de la actividad respiratoria (ml/kg h) del fruto durante 28 días de almacenamiento a  $4^{\circ}C$  según la concentración de  $O_2$  y de  $CO_2$ .



**Figura 2:**  
Permeabilidad (ml/cm<sup>2</sup>/h) necesaria en el material de un envase para obtener un contenido en oxígeno próximo al 12,5% en equilibrio según superficie del envase y peso de la fruta envasada.



objetivo de mantener una concentración de oxígeno del 12,5% en el interior del mismo en equilibrio y se considera que a esa concentración de oxígeno la respiración del fruto es la obtenida en la Figura 1 se obtienen diferentes configuraciones de diseño del envase.

Estos valores se representan en la Figura 2; se observa que a menor superficie del envase las exigencias de permeabilidad son mayores. También es significativa la diferencia obtenida según el peso de la fruta. Cuando la superficie es menor la sensibilidad por diferen-

cias de peso en la fruta es mayor.

Insistir finalmente en que se han de considerar los distintos factores que influyen en la evolución del fruto de forma interrelacionada. El material de envasado empleado y la atmósfera contenida en el envase son claves para entender el comportamiento del producto. Durante el período de almacenamiento el fruto continúa respirando por lo que la permeabilidad del plástico empleado y la atmósfera activa de envasado junto a la temperatura de almacenamiento determinan el contenido en oxígeno y dióxido de carbono residual en el interior del envase.

## Bibliografía

- Kader, Adel A. 2007. Biología y Tecnología Poscosecha: un Panorama. En Tecnología Poscosecha de Cultivos Hortofrutícolas, Universidad de California. Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha, pp 45.
- Gong, S., Corey, K.A., 1994. Predicting steady-state oxygen concentrations in modified atmosphere packages of tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(3), pp. 546-550.
- Jacxsens, L., Devlieghere, F., Debevere, J. 2002. Predictive modelling for packaging design: equilibrium modified atmosphere packages of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. International Journal of Food Microbiology, 73, pp. 331-341
- Cameron, A. C., Chowdry, Talasila, P., Joles, D. W., 1995. Predicting film permeability needs for modified atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. Hort. Science, vol. 30(1).

## Para saber más...

Puede encontrar más información y otros artículos relacionados en la Plataforma Horticom:

- 'Envases plásticos, más rentables y ecológicos', [www.horticomb.com?67811](http://www.horticomb.com?67811)
- 'Uso de envases y embalajes en la comercialización de productos frutihortícolas', [www.horticomb.com?59219](http://www.horticomb.com?59219)

**Se han de considerar los distintos factores que influyen en la evolución del fruto de forma interrelacionada. El material de envasado empleado y la atmósfera contenida en el envase son claves para entender el comportamiento del producto.**