

salud pública
y medio ambiente

Envasado de alimentos de origen animal en atmósferas modificadas

Los alimentos frescos de origen animal son productos altamente perecederos, siendo los microorganismos los agentes alterantes primarios.

El uso de atmósferas diferentes a las del aire para el almacenamiento o transporte de alimentos no es una tecnología reciente.

JUAN A. ORDÓÑEZ

Catedrático de Tecnología de los Alimentos.
Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España.

Resumen

En este artículo se describe el uso de atmósferas modificadas para prolongar la vida útil de alimentos de origen animal. Se explican brevemente los fundamentos, los gases que se utilizan habitualmente, los factores que hay que tener presente para la elección de la atmósfera más conveniente y se ofrecen unas tablas con las atmósferas recomendadas para distintos alimentos y la vida útil que se espera. Se excluyen los aspectos sanitarios que serían motivo de una monografía aparte.

Introducción

La Tecnología de Alimentos dispone de métodos eficaces (congelación, esterilización, deshidratación, etc.) para conservar los alimentos durante largos periodos de tiempo. Sin embargo, los consumidores de los países industrializados demandan cada vez más el suministro de alimentos mínimamente procesados, "sanos", "frescos" y "naturales" con una vida útil suficientemente amplia para poderlos consumir en un tiempo lo más largo posible. No es de extrañar, por tanto, que se hayan investigado métodos para prolongar la vida útil de los alimentos sin recurrir a tecnologías agresivas. Entre ellos está el envasado en atmósferas modificadas (MAP), incluyendo el envasado a vacío (VAP) como una modalidad del MAP.

El uso de atmósferas diferentes a las del aire para el almacenamiento o transporte de alimentos no es una tecnología reciente. Ya en la década de 1920 se sabía que atmósferas con concentraciones superiores (>10%) de dióxido de carbono a las existentes en el aire y reducidas en oxígeno (2 - 5%) eran muy eficaces para inhibir los fenómenos fisiológicos y microbianos de frutas y hortalizas una vez recolectadas, y se utilizaron comercialmente en la década de 1930. El desarrollo de los materiales de envasado, especialmente las películas poliméricas, hizo posible aplicar el MAP a alimentos de origen animal a escala comercial a partir de la década de 1970. El MAP implica la instauración en origen de una mezcla de gases definida alrededor del alimento dispuesto en envases cerrados herméticamente. La atmósfera puede cambiar en mayor o menor medida a lo largo del almacenamiento dependiendo de la actividad biológica del alimento. Comercialmente, el MAP se denomina envasado en "atmósferas protectoras", en el sentido de protección del alimento frente a agentes alterantes. Ambos términos se utilizan indistintamente. En el VAP, el producto se introduce en bolsas plásticas, se excluye el aire mediante succión y se termosella el envase. La evacuación colapsa el material del envase ya que la presión interna disminuye desde la atmosférica, unos 100 kPa (750 mm Hg), a 30 - 20 kPa (225 - 150 mm Hg). El MAP y VAP implica, obviamente, el envasado del alimento en material polimérico barrera. Se admite generalmente que la permeabilidad debe ser inferior de 20 ml/m²×24 h⁻¹. atm para el O₂ y de 50 ml/m²×24 h⁻¹×atm para el CO₂, como EVOH o PVdC. Las propiedades y

permeabilidad del material polimérico pueden verse en diversas guías técnicas, por ejemplo, la del Centro Tecnológico AINIA (2016).

Fundamentos del MAP y VAP

El MAP pretende, en esencia, cambiar el entorno gaseoso del alimento creando una nueva mezcla de gases, o su exclusión en el caso del VAP, que inhiba o detenga el progreso de los agentes alterantes sin que se modifiquen las propiedades sensoriales del producto.

La alteración de los alimentos puede definirse como una sucesión de reacciones que conlleva la modificación de las propiedades o atributos típicos del alimento dando lugar a un producto inadecuado para el consumo. Dichos cambios pueden ser biológicos (crecimiento microbiano, actividad de enzimas endógenas), químicos (autooxidación lipídica, pardeamiento no enzimático, etc.) o físicos (luz solar, fracturas fortuitas, etc.). Conviene apuntar que un alimento alterado no es necesariamente un alimen-

Exceptuando la miel, que debe su estabilidad a la baja actividad de agua (aw), los alimentos frescos de origen animal son productos altamente perecederos...

to no inocuo ni un alimento no alterado tampoco es necesariamente inocuo. Son conceptos diferentes; la alteración implica un estado no apto para ser utilizado mientras que la falta de inocuidad significa un riesgo para la salud del consumidor. No obstante, ambas situaciones pueden coexistir en alimentos alterados. No es éste el momento de describir detalladamente la alteración de los alimentos. Hay publicaciones que explican exhaustivamente el fenómeno (p. ej., Jay y col., 2008). Baste aquí ofrecer unas pinceladas sobre el tema para comprender mejor los fundamentos del MAP. La tabla 1 muestra resumidamente los agentes alterantes de los alimentos.

Exceptuando la miel, que debe su estabilidad a la baja actividad de

agua (a_w), los **alimentos frescos de origen animal** son productos altamente perecederos, siendo los microorganismos los agentes alterantes primarios (tabla 1). Se remite al lector al lector a la obra de Ordoñez y García de Fernando (2014) donde encontrará una amplia información sobre la importancia de los microorganismos en Tecnología de los Alimentos. Cuando los animales se sacrifican o cuando la leche abandona la glándula mamaria, el producto es una fácil presa para una pléyade de microorganismos procedentes de diversas fuentes (piel, pelos, entorno, utillaje industrial, operarios, etc.). La riqueza en nutrientes de los alimentos frescos, su elevada a_w y su pH hacen que sean un medio muy adecuado para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos provocando, cuando llegan a un nivel próximo a 10⁸ ufc/g o cm², profundas modificaciones sensoriales (emanación de olores anómalos, aparición de limosidad, acumulación de ácidos, etc.) o fisicoquímicas (precipitación de proteínas, etc.) que convierten al alimento en no apto para el consumo o para su industrialización. Se dice entonces que el alimento se ha alterado.

Pero aunque los tejidos de los animales sacrificados se hallaran hipotéticamente en un ambiente estéril, tampoco serían estables indefinidamente porque intrínsecamente son portadores de otros agentes alterantes no menos poderosos, las enzimas autolíticas (tabla 1) que cuando las células mueren se inactivan los mecanismos que *in vivo* gobiernan su actividad y al ponerse en contacto con los respectivos sustratos acarrearán la degradación autolítica de los tejidos.

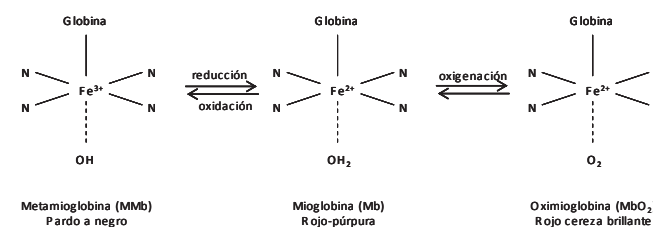


Figura 1. Reacciones oxígeno-dependiente del pigmento muscular (mioglobina) y repercusiones en el color de la carne

Pero si pudiera evitarse la acción microbiana y la de las enzimas autolíticas no por ello los alimentos tendrían una vida útil indefinida. Aún hay otros agentes que igualmente ocasionan la alteración de los mismos: las reacciones estrictamente químicas de las cuales las más destacadas son la autooxidación lipídica y el pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) que conducen, respectivamente, a sabores a rancio y a la acumulación de melanoidinas (de color pardo a negro) y sustancias aromáticas y sápidas. Estos fenómenos están muy bien tratados en otras publicaciones (p. ej., Belitz y col., 2012; Damodaran, 2010; Ordoñez y García de Fernando, 2014).

Los **alimentos procesados** están sujetos también al mismo modelo de alteración que los frescos aunque puede variar el agente alterante primario y cabe que los microorganismos sean sustituidos por otras reacciones, como las de tipo químico, especialmente la autooxidación lipídica y el pardeamiento no enzimático. Hay situaciones que aunque estrictamente no ocasionen alteración, sí afectan negativamente a la calidad sensorial del alimento, lo que puede dar lugar a su rechazo por el consumidor. Dos de ellas son de especial relevancia para el MAP y VAP.

• La pérdida de humedad de un producto cuando se almacena en un ambiente con baja humedad relativa que conlleva una pérdida de humedad con el consiguiente aumento de la dureza hasta niveles cuestionables, no aceptados por el consumidor. Por ejemplo, un embutido almacenado en entornos secos ocasiona el deterioro de la textura (endurecimiento) y el flavor (concentración de sal y otros solutos) que le caracteriza.

La alteración de los alimentos puede definirse como una sucesión de reacciones que conlleva la modificación de las propiedades o atributos típicos del alimento dando lugar a un producto inadecuado para el consumo.

• En algunos casos (carnes rojas, hamburguesas o filetes de atún) el color es crítico. Brevemente, el color de la carne se debe al pigmento muscular, la mioglobina (Mb), y viene determinado por el estado de oxidación del hierro en la molécula proteica (figura 1). De esta suerte, en la masa interna de una pieza de carne fresca, la Mb está en forma reducida (Fe²⁺), presentando un color rojo-púr-

PRODUCTO	Microrganismos	Actividades respiratorias	Enzimas Autolíticas	Pardeamiento enzimático	Autooxidación
Carne fresca	++++ (B)	-	+	-	+
Embutidos	-	-	-	-	+
Fiambres	++	-	-	-	+
Pescado pelágico	++++ (B)	-	+++	-	++
Pecado magro	++++ (B)	-	+	-	+
Crustáceos	++++ (B)	-	+	++++	-
Frutas y hortalizas	++ (M/B)	+++	++	+/+++	+
Quesos madurados	+(M)	-	-	-	-
Bollería	++ (M)	-	-	-	+++
Pastas	-	-	-	-	+++

Tabla 1. Importancia relativa de diversos agentes alterantes en distintos alimentos. 4+ (principal), 3+ y 2+ (de importancia media), 1+ (poco importante) y sin importancia (-). (B) Bacterias y (M) mohos.



cura. Cuando se practica un corte, al contactar con el oxígeno atmosférico, la Mb rápidamente se oxigena convirtiéndose en oximioglobina (OxMb) que proporciona a la carne el color rojo brillante preferido por el consumidor. Al aumentar el tiempo de exposición al aire la Mb se oxida transformándose en metamioglobina (MetMb) de color pardo. Esta dinámica es en un principio reversible debido al sistema reductor de naturaleza enzimática existente en el músculo que reduce el Fe³⁺ de la MetMb a Fe²⁺, rindiendo Mb de nuevo, o OxMb si contacta con oxígeno atmosférico, alcanzándose un pseudoequilibrio entre la oxidación y reducción que se mantiene cierto tiempo pero, finalmente, el sistema enzimático reductor acaba desactivándose y se rompe el equilibrio en favor de la oxidación, adquiriendo la carne un color pardo irreversible debido a la acumulación de MetMb; el consumidor rechaza la carne y la asocia a un producto alterado.

Gases utilizados en el MAP de productos de origen animal.

Los gases más utilizados en el MAP son el **dióxido de carbono**, el **oxígeno**, el **nitrógeno** y, a veces, trazas de **monóxido de**

carbono. Cada uno tiene propiedades específicas y funciones que afectan a la vida útil de los alimentos. Brevemente, el O₂ determina el estado de oxidación de la Mb (véase apartado anterior), requiriéndose concentraciones superiores al 15 - 20% para mantener el pigmento oxigenado (OxMb). El CO₂ tiene actividades bacteriostáticas y fungistáticas. El CO₂ inhibe eficazmente la multiplicación de la microbiota aerobia Gram negativa, responsable principal de la alteración de los alimentos frescos (tabla 1). Su mecanismo de acción no está aún totalmente aclarado, estimándose que puede deberse a varios efectos, como disminución del pH (debido al anión bicarbonato al disociarse parcialmente), interferencia del gas con ciertas enzimas metabólicas (p. ej. inhibición del metabolismo del succinato) o cambios en la permeabilidad de la membrana. El N₂ es un gas inerte y se utiliza normalmente como gas de relleno para prevenir el colapso del envase. En cierto modo, la atmósfera del 100% de nitrógeno equivale a un VAP. El CO es un gas tóxico debido a que al reaccionar con la hemoglobina de la de la sangre impide el transporte de oxígeno a los tejidos. Tiene también gran afinidad por la Mb rindiendo carboximioglobina, de color rojo brillante y

muy estable, pudiendo enmascarar el color pardo de la MetMb; quizás por ello está prohibido en la Unión Europea. Sin embargo, la FDA lo aprobó en 2002 a concentraciones de 0,3 - 0,5% para su uso en el MAP para carne.

Otros, como los sulfitos (fuente de SO₂), se utilizan ampliamente en zumos de frutas, mariscos, vinos, etc. pero no debiera usarse en alimentos ricos en tiamina, ya que rompe su molécula y, en el caso particular de la carne, su aplicación estabiliza el color al reaccionar con la Mb. No obstante, su uso está autorizado para la preparación de la denominada *burger meat*. Se ha analizado también el uso de otros gases, en especial gases nobles, sobre todo argón. Son gases inertes que se comportan de forma similar al nitrógeno y son muchos más caros, lo que hace que su utilización carezca de lógica.

Atmósferas para el envasado de la carne y productos cárnicos.

Teniendo presente la permeabilidad del material polimérico, las características principales del producto (pH, a_w, aditivos utilizados, etc.) y los atributos de calidad que le caracteriza (tablas 3, 4 y 5), los agentes alterantes de cada producto (tabla 1) y la res-

PRODUCTO	PROPIEDADES/PECULIARIDADES				MAP	VIDA ÚTIL (días)		
	pH	a _w	Otras	Alteración		(CO ₂ /O ₂ /N ₂)	Temp.	Aire
Carnes rojas (filetes)	5,4 - 5,6	> 0,98	OxMb +++	Gram - Color	20-30/80-70/0	< 5 °C	7 - 10	12 - 15
Carnes rojas (piezas)	5,4 - 5,6	> 0,98	Mb +++	Gram - Color	20-30/0/70-80 Vacío +++	< 5 °C	10 - 13	18 - 22 25 - 35
Carne picada (hamburguesas)	5,4 - 5,6	> 0,98	OxMb ++	Gram - Color	20-30/80-70/0	< 5 °C	4 - 8	10 - 12
C. rojas DFD (filetes)	5,8 - 6,2	> 0,98	OxMb +++	Gram - Color S. putrefaciens	40-50/60-50/0	< 5 °C	4 - 6	8 - 10
Carnes aves	5,8 - 6,2	> 0,98	Mb +	Gram - S. putrefaciens	40-50/0/60-50 Vacío	< 5 °C	4 - 6	8 - 10 15 - 18

Tabla 2. Propiedades y condiciones para el envasado de diversos tipos de carne fresca en atmósferas modificadas.

PRODUCTO	PROPIEDADES/PECULIARIDADES				MAP	VIDA ÚTIL (días)		
	pH	a _w	Otras	Alteración		(CO ₂ /O ₂ /N ₂)	Temp.	Aire
Carne curada (Lonchas)	6,0 - 6,5	0,93 - 0,96	Nitrito	Bact. lácticas	20-30/80-70/0	< 5 °C	5 - 8	25 - 30
Embutidos (Fuet)	4,5 - 5,0	0,84 - 0,87	Nitrito	Autooxidación Deshidratación	0/0/100 Vacío	Ambiente		> 30
Embutidos (Salchichón)	4,5 - 5,0	0,85 - 0,90	Nitrito	Autooxidación Deshidratación	0/0/100 Vacío	Ambiente		> 30
Jamón (Lonchas)	4,5 - 5,0	0,87 - 0,93	Nitrito	Autooxidación Deshidratación	0/0/100 Vacío	Ambiente		> 30
Jamón (Lonchas)	aprox. 5,5	0,87 - 0,93	Nitrito	Autooxidación Deshidratación	0/0/100 Vacío	Ambiente	3 - 6	> 30
Lacón	5,8 - 6,2	0,84 - 0,89	Nitrito	Mohos Autooxidación	Vacío	Ambiente		> 60
Ingredientes (fabada, cocido...)	Variable	< 0,90	?	Mohos Autooxidación	Vacío	Ambiente / < 15 °C	4 - 6	> 30

Tabla 3. Propiedades y condiciones para el envasado de diversos productos cárnicos en atmósferas modificadas.

Los gases más utilizados en el MAP son el dióxido de carbono, el oxígeno, el nitrógeno y, a veces, trazas de monóxido de carbono.

puesta de los mismos a los gases, puede determinarse con bastante éxito qué atmósfera es la más adecuada para cada producto.

La tabla 2 muestra las propiedades/peculiaridades (las cruces indican su importancia relativa) más relevantes de las carnes frescas, la combinación de gases más adecuadas para su envasado y la vida útil que se espera. Se resalta con letra negra los ítems de mayor importancia. En aire, los microorganismos alterantes que prevalecen son las bacterias aerobias Gram negativas (principalmente pseudomonas) muy sen-



sible al CO₂ por lo que se inhibe acusadamente su multiplicación, pasando a dominar la matriz otra microbiota de crecimiento más lento, (normalmente *Brochothrix thermosphacta* y *Lactobacillus* spp.) y, en definitiva, tarda más tiempo en alcanzarse el nivel crítico al que se detecta la alteración. Por otra parte, en las carnes rojas es necesario mantener el color rojo brillante de la OxMb para que muestren una apariencia atractiva. Para ello, lo más conveniente es enriquecer la atmósfera también en O₂ en el caso de filetes expuestos en vitrinas refrigeradas. Sin embargo, para el almacenamiento o transporte de piezas grandes (*envasado master*) de carnes rojas, como no van a exponerse al consumidor, no es necesario que la Mb esté oxigenada (OxMb) y puede perfectamente estar en su estado reducido. En este caso, el VAP es el sistema de envasado de elección porque es más eficaz desde el punto de vista microbiológico (las bacterias lácticas no alcanzan valores excesivos) y químico (se ha excluido el aire). Cuando se retire el envase y se filetee la pieza, se formará rápidamente OxMb y la carne presentará el atractivo color rojo brillante. Si la decisión que se toma es el MAP, puede eliminarse el O₂ y sustituirlo por N₂, es decir, en-

riquecer la atmósfera sólo en CO₂ para inhibir la microbiota aeróbica Gram negativa. La ausencia de O₂ impedirá que progresen los fenómenos oxidativos. La carne picada (tabla 2) presenta los mismos problemas que las carnes rojas. La atmósfera más adecuada es la misma, o sea, CO₂/O₂ (20-30/80-70). Sin embargo, la vida útil es menor porque las bacterias no están sólo en la superficie, sino también en el espesor de la carne. Además se partirá de una carga microbiana superior debido a que es una carne más manipulada (corte, reducción de tamaño, mezcla).

Los fenómenos microbiológicos anteriores descritos para las carnes son válidos cuando el pH de las mismas es de alrededor de 5,5 (carnes de cerdo, vacuno y corde-ro) pero este factor adquiere una gran importancia en las carnes de pH elevado (pavo, muslo de pollo o carnes DFD de cerdo y vacuno). El MAP en estos casos es más limitado, debido a que su alteración es más rápida, pudiéndose deber a la multiplicación de *Shewanella putrefaciens*. Este microorganismo, en comparación con las aerobias Gram negativas, se caracteriza por su sensibilidad



Maquinaria utilizada en el envasado de productos cárnicos en atmósfera modificada.



al pH (no se multiplica, o lo hace lentamente, en las carnes de pH de 5,5) pero crece bien en las de pH elevado (5,8 - 6,0). Además, *S. putrefaciens* es más resistente al CO₂ y apenas se ve inhibida con un 20 - 30 % de CO₂. Es necesario, pues, aumentar la concentración de este gas al 40%, incluso más (50 - 60%), para decelerar su multiplicación.

A las carnes curadas (tabla 3), como mortadela, jamón cocido, galantinas, etc. se les ha añadido sales del curado (ácido ascórbico, nitratos, nitritos, sal) y se han sometido a cocción durante un tiempo relativamente largo. Son productos con una *a_w* entre 0,93 y 0,96 y tienen un color rosado debido a un pigmento estable, el nitrosohemocromo, que se ha formado por reacción de la Mb con el NO derivado del nitrito. Son

productos microbiológicamente muy estables bajo refrigeración. Se contaminan principalmente durante el loncheado y envasado en porciones domésticas. Los microorganismos responsables de la alteración suelen ser bacterias lácticas. El VAP es muy eficaz para ampliar su vida útil, pero pueden emplearse el MAP por aspectos estéticos; éstas pueden estar compuestas por un 100% de nitrógeno o una mezcla de CO₂/N₂ (20-30/80-70). Se logra con ellas una ampliación considerable de la vida útil.

Los embutidos madurados (fuet, salchichón, chorizo) son productos (tabla 3) fermentados (pH final del orden de 4,7) y parcialmente deshidratados, con una *a_w* relativamente baja (0,84 - 0,93). La alteración de este producto puede deberse a la autooxidación lipídica. No obstante, si se deshidratan excesivamente, aumenta su dureza de una forma manifiesta y el consumidor puede rechazarlos. Estos dos fenómenos se controlan fácil y eficazmente mediante el envasado a vacío o, alternativamente, en un atmósfera del 100% de nitrógeno. Similares consideraciones para lonchas de jamón curado y lacón. En el jamón curado, se ha ensayado también el envasado en CO₂/N₂ (20/80) pero su vida útil es más corta (2 - 3 meses) que en VAP (al menos 6 - 8 meses), lo que se ha

El VAP sería un método eficaz para los pescados magros, pero la estética se ve comprometida por la deformación de la pieza.

atribuido a la aparición de sabores anómalos potenciados por un descenso del pH debido a la presencia de CO₂.

En el mercado pueden encontrarse también diversos productos envasados conjuntamente destinados para usos culinarios (faba, cocido, etc.). Generalmente, contienen ingredientes que mayoritariamente son estables microbiológicamente y su alteración cursa normalmente con un excesivo enranciamiento. El VAP es, pues, el envasado de elección.

Atmósferas más adecuadas para el envasado de pescado y marisco.

Las atmósferas utilizadas para pescado, marisco y productos derivados son las mismas que las mencionadas para la carne y productos cárnicos. En la tabla 4 se ofrecen unos pocos ejemplos. Los cuatro grupos que se muestran incluyen un gran número de especies que tienen características composicionales comunes en relación con su vida útil.

Los pescados tienen generalmente un pH entre 6,0 y 6,5. Su alteración cursa de una forma similar a la de las carnes frescas de



elevado pH, pero debido a su gran proporción de ácidos grasos insaturados, son muy susceptibles al enranciamiento oxidativo. El VAP sería un método eficaz para los pescados magros, pero la estética se ve comprometida por la deformación de la pieza. Por ello, parece más conveniente el uso del MAP con una elevada proporción de CO₂ para inhibir a *S. putrefaciens*, balanceada con N₂. En pescado de pequeño tamaño, normalmente pelágico, es necesario considerar que, además de los agentes mencionados para el pescado magro, son muy susceptibles a alterarse por la acción de enzimas hidrolíticas de su propio contenido intestinal. No se aconseja el envasado en MAP o VAP. Los escómbridos, representados, por ejemplo, por el atún, tienen un contenido en Mb bastante elevado, que recuerda al de las carnes rojas. Por tanto, el color es un factor crítico al seleccionar los gases. Al igual que las carnes rojas, las atmósferas han de enriquecerse en O₂, pero en menor concentración para poder aumentar significativamente la de CO₂ debido a la necesidad de inhibir a *S. putrefaciens*.

Finalmente, la alteración de crustáceos (langostinos, gambas, etc.) es también de origen microbiológico, pero va acompañada de la denominada melanosis que, en esencia, es un pardeamiento enzimático semejante al que se produce en productos vegetales, debido a la oxidación de los polifenoles del cefalotórax por la acción de las enzimas polifenol-oxidasas (PPO), rindiendo quinonas que originan pigmentos de color marrón-negro al atacar a componentes tisulares. Conviene utilizar sulfitos para inhibir estas enzimas. En el pescado y marisco, la



inclusión de un 5% de oxígeno puede ser pertinente con el fin de inhibir el crecimiento de *Clostridium botulinum* tipo E que puede multiplicarse a partir de 3,3 °C, ya que su carácter de anaerobio estricto le impide, o al menos le dificulta mucho, multiplicarse en presencia de oxígeno.

Atmósferas más adecuadas para el envasado de productos lácteos.

Entre los lácteos, los productos de mayor relevancia son las porciones de queso y el queso rallado. Los quesos madurados tienen un pH relativamente bajo. Los de maduración media y larga suelen tener una *a_w* inferior a 0,92-0,90 y un potencial de oxidación-reducción ligeramente negativo. Estas condiciones confieren una gran estabilidad a estos quesos. Con el fin de facilitar la venta y el consumo, es habitual comercializar los quesos en piezas



más pequeñas en forma de cuñas, prismas o tetraedros y envolverlas en plásticos transparentes, permeables a los gases. Bajo estas condiciones, este producto puede deshidratarse si la humedad relativa del entorno es baja o, en unos pocos días, observarse crecimiento fúngico. El VAP es una buena estrategia para evitar ambos fenómenos, ya que se previene el intercambio de gases y la entrada de oxígeno, impidiéndose así el crecimiento de los mohos, que son aerobios estrictos. Es obvio que la vida útil aumentará significativamente. El queso rallado se utiliza ampliamente para su preparación culinaria en las múltiples pastas existentes en el mercado. Se comercializa frecuentemente en pequeñas porciones (50 - 200 g) envasadas en bolsas de baja permeabilidad. El objetivo principal es evitar el desarrollo de mohos y, en segundo término, ralentizar el progreso de las reacciones oxidativas. El MAP con atmósfera de N₂ es, quizás, el sistema más conveniente porque en VAP se colapsaría la bolsa sobre el queso rallado. Con ello, se puede ampliar la vida útil varios meses.

Máquinaria utilizada en el envasado de productos lácteos.



Tabla 4. Propiedades y condiciones para el envasado de diversos tipos de pescados en atmósferas modificadas.

PRODUCTO	PROPIEDADES / PECULIARIDADES				MAP (CO ₂ /O ₂ /N ₂)	VIDA ÚTIL (días)		
	pH	<i>a_w</i>	Otras	Alteración		Temp.	Aire	MAP
Pescado magro	6,0 - 6,5	> 0,98	-	Gram -	30-50/5/50-70	< 5 °C	2 - 3	5 - 8
Pescado graso (pequeño)	6,0 - 6,5	> 0,98	Grasa	Gram - Enzimática Autooxidación	No recomendable	-	-	-
Atún y similares	6,0 - 6,5	> 0,98	OxMb ++	Gram - Color	30-40/70-60/0	< 5 °C	4 - 6	8 - 10
Langostinos, gambas, etc.	6,0 - 6,5	> 0,98	Melanosis	Gram - PPD	40-60/5/55-35 + 5 O ₂ Vacío	< 5 °C	2 - 3	5 - 8