

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



TÍTULO

“Envasado en la industria de alimentos y sus nuevas tendencias”

Por:

Dalia Lizeth Alvarado Mendoza

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila México Junio de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” a través del jurado examinador

Hace constar que la monografía titulada:

“Envasado en la industria de alimentos y sus nuevas tendencias”

Título

Presentada por:

Dalia Lizeth Alvarado Mendoza

Ha sido aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA

Presidente del jurado



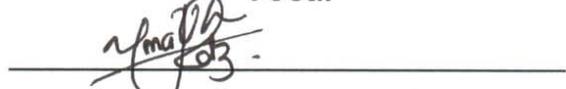
MC Antonio Francisco Aguilera Carbó

Vocal



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Vocal



Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Ing. José Rodolfo Peña Oranday “ANTONIO NARRO”



Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Universidad Autónoma Agraria



**Junio de 2009
COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL**

Índice general

	<i>Agradecimientos</i>	iii
	<i>Dedicatoria</i>	iv
	<i>Índice general</i>	v
	<i>Índice de figuras</i>	viii
	<i>Índice de tablas</i>	ix
	Resumen	x
	Capítulo 1	
	Introducción.....	1
	Capítulo 2	
2.1	Objetivo General.....	2
2.2	Objetivos Específicos.....	2
	Capítulo 3	
	Justificación.....	4
	Capítulo 4	
	Revisión de literatura.....	5
4.1	<i>Historia del envasado en la industria alimentaria</i>	5
4.1.1	Introducción histórica.....	5
4.1.2	Definición del concepto de envasado.....	9
4.1.3	Funciones del envasado de los alimentos.....	10
4.1.4	Clasificación de los envases.....	11
4.1.5	Legislación en la industria de envasado.....	13
4.2	<i>Materiales utilizados para el envasado de alimentos</i>	14
4.2.1	Generalidades sobre materiales de envasado.....	14
4.2.2	Envasado de alimentos y bebidas en envasado de vidrio.....	15
4.2.2.1	Características del vidrio.....	16
4.2.2.2	El vidrio en la industria de alimentos.....	17
4.2.3	Envasado de alimentos y bebidas en envase de papel cartón.....	18
4.2.3.1	Características del papel y cartón.....	19
4.2.3.2	Tipos de papeles y cartones en la industria de alimentos.....	21
4.2.3.3	Uso del papel y cartón en la industria de alimentos.....	22
4.2.4	Envasado de alimentos y bebidas en envase de metal.....	23
4.2.4.1	Tipos de metales usados en la industria alimentaria y sus	

	características.....	24
4.2.4.1.1	El acero como material para envasado y sus características (hojalata).....	24
4.2.4.1.2	Propiedades de los envases de hojalata y de acero libre de estaño.....	25
4.2.4.1.3	Lacas para el revestimiento interno de los envases.....	26
4.2.4.1.4	Tipos de barnices internos para latas.....	27
4.2.4.2	Aluminio y sus características como material de envasado.....	28
4.2.4.2.1	Propiedades de aluminio como material para envasado.....	29
4.2.4.3	Aplicación de los metales en la industria de alimentos.....	29
4.2.4.4	La tendencia futura en envases metálicos.....	30
4.2.5	Los plásticos en el envasado de alimentos y bebidas.....	31
4.2.5.1	Definición de los plásticos.....	32
4.2.5.2	Clasificación de los plásticos.....	33
4.2.5.3	Características generales de los plásticos.....	34
4.2.5.4	Tipos de plásticos que se emplean en el envasado de alimentos.....	36
4.2.5.4.1	Polietileno (PE).....	37
4.2.5.4.2	Polipropileno (PP).....	39
4.2.5.4.3	Polietileno Tereftalato (PET).....	40
4.2.5.4.4	Polietileno naftaleno dicarboxilato (PEN).....	40
4.2.5.4.5	Policarbonato (PC).....	41
4.2.5.4.6	Ionómeros.....	41
4.2.5.4.7	Etilenvinilacetato (EVA).....	42
4.2.5.4.8	Poliamida (PA).....	42
4.2.5.4.9	Cloruro de polivinilo (PVC).....	42
4.2.5.4.10	Cloruro de polivinilideno (PVdC).....	43
4.2.5.4.11	Poliestireno (PS).....	44
4.2.5.4.12	Estiraden-butadieno (EB).....	44
4.2.5.4.13	Acrilonitril-butadien-estireno.....	44
4.2.5.4.14	Etilen-vinil-alcohol (EVOH).....	45
4.2.5.4.15	Polimetil-penteno (TPX).....	45
4.2.5.4.16	Polímero de nitrilo.....	45
4.2.5.4.17	Fluoro polímeros.....	46
4.2.5.4.18	Materiales celulósicos.....	46
4.2.5.4.19	Acetato de polivinilo (PVA).....	46
4.2.5.4.20	Laminados.....	47
4.2.5.4.21	Revestimientos.....	48
4.2.5.5	Empleo de los plásticos en el envasado de alimentos.....	48
4.2.5.5.1	Método de fabricación de los envases del plástico.....	50
4.2.5.6	Películas flexibles.....	51
4.2.5.7	Propiedades de barrera de los plásticos.....	53
4.2.6	Envasado tetrapak en la industria de alimentos.....	58
4.2.6.1	Características del envasado aséptico.....	58

4.2.6.2	Ventajas del envasado aséptico y su uso dentro de la industria de alimentos.....	59
4.2.6.3	Tipos de envases tetrapak mas usados en la industria de alimentos.....	60
4.3	<i>Innovaciones dentro del envasado de alimentos.....</i>	61
4.3.1	Principales innovaciones técnicas de envasado.....	62
4.4	<i>Envasado Activo.....</i>	63
4.4.1	Historia y desarrollo de los sistemas activos.....	64
4.4.2	Definición del envase activo.....	66
4.4.3	Aplicación del compuesto activo en el alimento.....	67
4.4.4	Ventajas del uso de envases activos.....	68
4.4.5	Sistemas de envasado activo.....	68
4.4.6	Clasificación de envases activos.....	69
4.4.6.1	Secuestradores de oxígeno.....	70
4.4.6.1.1	Historia.....	71
4.4.6.1.2	Condiciones que debe cumplir un secuestrador de oxígeno	75
4.4.6.1.3	Sistemas Secuestradores de oxígeno.....	76
4.4.7	Aplicaciones de los sistemas secuestradores de oxígeno en la industria de alimentos.....	83
4.4.8	Sistema de secuestrador de etileno.....	84
4.4.8.1	Secuestradores de etileno.....	84
4.4.9	Sistema secuestrador/emisor de dióxido de carbono.....	87
4.4.10	Sistemas emisores de etanol.....	88
4.4.11	Controladores de humedad.....	89
4.4.12	Sistema liberador de antioxidantes.....	90
4.4.13	Sistema liberador de antimicrobianos.....	91
4.4.14	Sistema convertidores de energía.....	93
4.5	<i>Envase inteligente.....</i>	95
4.5.1	Definición de envasado inteligente.....	96
4.5.2	Sistemas de envasado/empaquetado inteligente.....	96
4.5.3	Indicadores de aumento de calidad y valor del producto.....	96
4.5.4	Indicadores de calidad.....	97
4.5.5	Indicadores de tiempo-temperatura.....	99
4.5.5.1	Clasificación de indicadores de tiempo-temperatura.....	101
4.5.6	Indicadores de concentración de gas.....	103
4.5.6.1	Usos de los indicadores de gas.....	104
4.5.6.2	Productos comerciales de indicadores de fuga de gas y aplicaciones en alimentos.....	105
4.5.7	Indicadores microbianos o biosensores.....	105
4.6	<i>Otros sistemas inteligentes.....</i>	107
4.6.1	Aplicación de sistemas inteligentes en la industria de alimentos.....	107
4.7	<i>Legislación de sistemas inteligentes y activos.....</i>	108

Capítulo 5	
Conclusiones.....	111
Capítulo 6	
Reflexión.....	112
Capítulo 7	
Referencias bibliográficas.....	114

Índice de figuras

Figura	Título de la figura	Página
1.	Diagrama del proceso de envasado de vidrio.....	16
2.	Imagen de usos de cartón y papel en la industria de alimentos.....	19
3.	Diagrama del proceso de fabricación del papel del envase.....	21
4.	Imagen de envases metálicos diferentes presentaciones de uso alimenticio.....	24
5.	Aplicación de un revestimiento por medio de aspersión.....	26
6.	Imagen de lata ligera de aluminio.....	31
7.	Presentación de usos de plástico en la industria de alimentos.....	34
8.	Imágenes de extrusión y soplado para formar envases de plástico.....	52
9.	Interacción alimento película y medio ambiente.....	56
10	Imagen de capas vistas de adentro hacia afuera en un envase tetrabrick.....	59
11	Imágenes de tipos de envase tetrapack.....	60
12.	Esquema envases funcionales.....	62
13.	Papel de los secuestradores de oxígeno en el envasado de alimentos.....	74
14	Formula de acción del Fe con el oxígeno.....	77
15	Alimentos con secuestradores de oxígeno en su interior.....	79
16	Estructura de bandeja Oxiguard.....	82
17	Imagen absorbedor de oxígeno de etileno fresco.....	85
18	Secuestradores de etileno en la industria de alimentos.....	86
19	Ilustración del uso de almohadillas absorbentes de humedad de carnes.....	90
20	Imagen de pizza con base de suceptor para microondas.....	94
21	Imagen de indicador de calidad.....	99
22	Imágenes del uso de un indicador de temperatura en champiñones.....	101
23	Ilustraciones de indicadores de tiempo- temperatura de diferentes compañías.....	102
24	Modelo de la función del empaque.....	110

Índice de tablas

Tabla	Título de la tabla	Página
1.	Porcentaje de Utilización de envases en la Unión Europea.....	18
2.	Tipos de acero que requieren las principales clases de productos alimenticios.....	28
3.	Sensibilidad al oxígeno en algunos alimentos.....	83
4.	Ejemplo de sistemas de envasado activo de alimentos.....	94
5.	Compañías que usan el sistema indicadores de Tiempo-Temperatura.....	103
6.	Tecnologías usadas para el envasado de alimentos y sus aplicaciones.....	109

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por permitirme llegar a etapa, Y ser el guía en mi camino.

A MIS PADRES: Norma Idalia Mendoza Villa y Dr. Gabriel Alvarado Calvillo por darme todo su apoyo, por tener fe en mi y en mis proyectos, por que depositaron en mi siempre su confianza, por enseñarme valores que hoy en día hacen de mi un mejor ser humano.

A MI ESCUELA Y PROFESORES: Por hacer parte de mi formación académica toda una aventura, fomentando las ansias de conocimiento, porque valore cada consejo, instrucción, el tiempo que dedicaron, la paciencia que tuvieron.

A MIS COMPAÑEROS: Por estar conmigo en los momentos buenos y malos, el saber que siempre estaba ahí esa mano amiga, que con sus consejos te apoyaba o simplemente ayudaba a estudiar alguna asignatura que no era tu fuerte, por la unión que sentíamos de colegas, que estoy segura que cada uno llevamos muy dentro nuestros recuerdos de esta nuestra linda Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

A MIS AMIGOS: Beatriz Santis, Patricia Isabel, Ana Karina, Gabriela López, Jakub Blaszczyk, Elena Pérez, Donají Salinas, Cesar Carral, Lupita, gracias a todos ustedes por aguantarme en mis locuras y siempre estar ahí apoyando para que este trabajo fuera terminado.

DEDICATORIA

A MI FAMILIA: En especial a Norma Idalia, Gabriel Alvarado, Gabriela Alvarado, Karla Rocío, Aldo Ricardo, Diana Lucia, Lupitina, Donají Salinas. Que son el pilar de mi familia que me ha demostrado que con esfuerzo y coraje se llevan a cabo todos los planes, porque me acompañan en los momentos más difíciles y siempre nos mantenemos juntos a pesar de las adversidades, los quiero y gracias por estar aquí conmigo en estos momentos.

A JAKUB BLASZCZYK: Porque a pesar que no te encuentras presente, has influido en mí y en las decisiones que he tomado. Hoy te dedico parte de este trabajo que esperamos tenga frutos en un futuro próximo.

Capítulo 1

Introducción

La presente monografía es un esfuerzo por recopilar, concentrar, difundir y destacar la importancia del envasado como parte de una carencia que ha surgido a través de la historia del hombre mismo, en donde, mediante la prioridad de cubrir sus necesidades básicas de alimentación y observar que no podían mantener sus alimentos por mucho tiempo en buenas condiciones - siendo estos - la mayoría perecedera- nace entonces; la búsqueda de la forma por conservar los alimentos por medio del envasado/empacado de los mismos; haciendo para ello uso de diferentes materiales dentro de los cuales denotan: papel, metal, vidrio, plásticos, o en conjunto, como es el caso de el envasado aséptico. Todos ellos, van a destacar por sus características y diferentes propiedades para su uso. Haciéndose mención en el documento.

Y sin restar importancia al cambio evolucionario del envasado de alimentos; es necesario mencionar las nuevas tendencias, al igual que sus características, que están marcando al envasado de la industria de alimentos. Tecnologías que, como en el pasado, a través de investigación; han avanzado y llevado a cabo cambios en aceptación de productos, basados en necesidades del consumidor, de igual forma la industria, ofreciendo mejora en los alimentos como productos de mayor calidad; un aumento en su vida útil; y efectuando los cambios dentro del envasado como algo favorable. Entre ellas: el envasado en atmósferas modificadas, atmósferas controladas, envasado al vacío, envases activos, envases inteligentes y películas comestibles.

Capítulo 2

Objetivos

2.1 Objetivo general.

Recopilar, analizar, sintetizar y difundir información sobre el envasado y empaque de alimentos, desde sus inicios hasta los empaques actuales de alta tecnología.

2.2 Objetivos específicos

- Dar a conocer el avance y crecimiento que hay en el campo de envasado dentro de la Industria de Alimentos.
- Recopilar conocimiento general del envasado de alimentos y sus materiales.
- Transmitir las nuevas tendencias en la industria de envasado, para alimentos.
- Emitir información de los envases y sus nuevas tendencias, así como ampliar el criterio hacia estas nuevas tecnologías.

Palabras Clave: Envases de alimentos, envases inteligentes, envases activos, materiales de envasado, vidrio, papel, envases metálicos.

Capítulo 3

Justificación

Una de las ramas dentro de la conservación de alimentos que ha crecido a pasos agigantados en los últimos años ha sido el área de envasado. En base a los avances de la industria alimentaria y de los diferentes nuevos materiales desarrollados, ha sido posible preservar los alimentos con una mayor calidad y con un grado de frescura casi idéntico al natural, también se ha logrado abastecer las necesidades del consumidor, que a su vez está más consciente e informado. Es por ello la importancia de tomar en cuenta la industria del envasado como parte de la industria alimentaria, de esta manera se enriquecerá el desarrollo de envases adaptados a los productos, mejorando y corrigiendo técnicas. Aun falta mucha investigación en esta área y en un futuro próximo podremos ver los grandes avances.

Capítulo 4

Revisión de literatura

4.1 Historia del envasado en la industria alimentaria

Dentro de la historia del empaquetado de alimentos podemos observar que se ha dado desde tiempos muy remotos, de tal forma los alimentos han sido empaquetados y envasados en muy diversas maneras desde hace miles millones de años. A lo largo de la historia, el hombre sedentario consumía sus alimentos cerca del área donde hacían su recolección, pero se fueron dando circunstancias que provocó que el hombre se convirtiera en nómada (al ir en busca de alimento y lugar seguro para vivir) en consecuencia a ese cambio vio la necesidad de preservar los alimentos que tenía y así protegerlos durante mayor tiempo para su consumo en épocas de escases, al igual que facilitar la transportación de los mismos. ⁽²²⁾

4.1.1 Introducción histórica

Los primeros recipientes fueron naturales y estos ayudaban a transportar cosas pequeñas a distancias cortas, entre los cuales podemos nombrar: hojas, calabazas, conchas, pieles de animales. El hombre del Mesolítico (20,000 años a.C.) utilizaban bolsas y cestas hechas de plantas hiladas entre si, en el Neolítico (7,000 a 4,000 a.C.) se hizo uso de la alfarería, este tipo de contenedores fueron utilizados para facilitar el transporte y el intercambio. ⁽¹¹⁾

Las culturas griegas, egipcias y romanas asistieron al desarrollo de la cerámica, alfarería y al comienzo del vidrio. La fabricación del vidrio en Egipto constituía una importante industria, siendo este un material caro hasta los siglos XVIII Y XIX. Una aplicación de estos contenedores fue para resguardar los alimentos frente a roedores, insectos, protegerlos de agentes ambientales (la luz, aire, polvo) y

esto permitió el intercambio entre pueblos e incluso gracias a ellos hoy en día se tiene información de las culturas y sus valores, fueron elaborados de diferentes materiales como madera, vidrio, barro, metales como cobre. De hecho, los envases de vidrio han sobrevivido hasta la fecha con incontables éxitos que han mejorado en sucesivas veces su función y su forma, y que se fabrican principalmente para el ramo alimenticio. ⁽⁷⁾

Algún documento del siglo XIV señala que en Baviera se hicieron unas primitivas latas hechas con hierro y recubiertas de estaño. A partir de la Primera Guerra Mundial, ante la falta de hojalata para hacer envases, se recurrió a envasar diversos alimentos (leche malteada, quesos blandos) en bolsas de papel, gracias a la gran demanda de envasado se produjo el aumento de uso para la Segunda Guerra Mundial. “En Francia a final de la década 1790, había dificultades para alimentar al pueblo. Los alimentos disponibles no podían ser almacenados o transportados excepto en seco, siendo este un gran problema, Napoleón Bonaparte ofreció un premio de 12 000 francos a cualquiera que inventara un método útil para la conservación de alimentos”.⁽⁶⁾ Fue entonces en el año de 1809 Nicolás Appert, un confitero francés que trabajaba en una simple cocina, constato que si el alimento calentado en recipientes sellados era conservado de manera eficiente, siempre y cuando el recipiente no era reabierto o el sello no era roto, esto fue llamado “el arte de appertizacion”, este descubrimiento fue practicado por los siguientes 50 años con éxito, sin tener una fundamentación científica, no sabían el por qué de el hecho que se conservaban mejor los alimentos al utilizar esta técnica, a pesar que se llevó a los mejores científicos de la época a descubrir el ¿por qué? de la efectividad de aquel invento. El británico Peter Durand obtuvo al año siguiente una patente de la lata revestida de estaño. Una década más tarde, William Underwood, un emigrante inglés que desembarcó en Boston, las llevó a Estados Unidos. Y en ese país no tardaron en cambiar el hierro por el acero de las latas y, de paso, desarrollaron mejores prácticas de fabricación que incidieron en la calidad de la lata. ⁽²²⁾

Y así, siguieron acontecimientos que han ido marcando el crecimiento del envasado en la industria de alimentos y conservación como estos:

- 1900. En el año de 1906, en los Ángeles y en San Francisco, G.W. Maxwell vendía leche en envases de papel con una capa protectora de parafina.
- 1920. Una compañía de mariscos empezó a empacar sus productos congelados en cajas de cartón con un envoltorio de papel parafinado, poco después la empresa DuPont perfeccionó el proceso y fabricó el producto por medio de celulosa llamado más conocidamente como celofán.
- 1930. En el año de 1935, varios fabricantes de cerveza empezaron a venderla en latas.
- Más recientemente tuvo lugar el desarrollo de los plásticos, concretamente los primeros utilizados en Estados Unidos datan de 1935-1942.
- En 1939 se polimerizó por primera vez, de forma comercial, el etileno por la empresa Chemical Industries. Más tarde con la colaboración de Du Pont, inició la producción del polietileno (PE) material que ha sido usado en los envases desde 1960.
- 1940. Durante la Segunda Guerra Mundial, el ejército americano utilizó envases de aerosol para pulverizar pesticidas. Posteriormente, este tipo de envases se utilizó en alimentación (en natas, cremas, betunes.) En 1946, se empleó el cloruro de polivinilo (PVC) como barrera contra la humedad.
- 1950. El ejército americano desarrolló la autoclave para el tratamiento térmico de los alimentos. En 1956 se introdujeron las bandejas de aluminio para alimentos congelados, las latas de aluminio y botellas de plásticos exprimibles. En ese mismo año la compañía Tetra Pack de Suecia inventó un envase tetraédrico de cartón parafinado para la leche, que estaba hecho de varias capas (polietileno, papel, aluminio).
- 1960. Se desarrolla el envase de dos piezas para cervezas y otras bebidas, Aparecen las latas de acero sin hojalata. En 1967, la empresa Metal Box desarrolló las latas para bebidas con anilla abre fácil. La compañía Tetra Pack lanzó su envase de cartón con forma de ladrillo (llamado tetra Brik), el que se utilizó en condiciones asépticas para la leche ultra-pasteurizada (135-138 grados centígrados) actualmente este tipo de envasado se utiliza en bebidas, zumos, jugos, salsas, postres, lácteos.

- 1970 se desarrollo el sistema de envasado en atmosferas modificada (EAM) embasado de atmosferas modificadas. Se utilizo el PVC como material en botellas para las bebidas.
- 1980. En esta década aparecen las botellas para salsas que son exprimibles, hechas de plástico que incorporan materiales de barrera hacia el oxígeno. Se desarrollan contenedores hechos de plástico, de forma que los alimentos conservados en ellos a temperatura ambiente puedan ser calentados en el horno de microondas.
- 1990. Se introdujo la impresión digital de formas graficas en las etiquetas de envases de alimentos. Se popularizan las envolturas retráctiles para grupos de botellas o latas. Se desarrolla la tecnología necesaria para dar diferentes formas a la lata, lo cual pueda caracterizar al producto debido al empaque.

Desde la aparición de alimentos enlatados en el siglo XIX, la protección, higiene, calidad y presentación han sido factores que han contribuido a su crecimiento. Como podemos ver la evolución del envasado ha venido incursionando con la evolución del hombre, hace un siglo las industrias alimentarias apenas utilizaban el envasado. Los productos se vendían en pequeñas tiendas de supermercado, con frecuencia los alimentos eran directamente de los recipientes a granel, siendo el consumidor quien proveía el recipiente para la compra, el envasado ha evolucionado tan rápidamente hasta el punto que en la actualidad, prácticamente todos los productos se venden envasados.

Las necesidades del hombre han ido cambiando al igual que sus costumbres, se busca una mejor comodidad, productos que tengan un sabor muy parecido al casero y que sean frescos. Esto conlleva al desarrollo de empaques y envases que estén más adaptados al producto, lo cual permita que las características del producto se conserven de la manera casi idéntica al producto original. Dentro de los avances más nuevos en la industria de envasado en alimentos podemos citar el envasado en atmósferas modificadas, atmósferas controladas, envasado al vacío, envasado inteligente, envasado activo y películas comestibles, todos diseñados para darle una mejor conservación al producto a empacar.

4.1.2 Definición del concepto de envasado

Existen muchos envases elaborados por diferentes materiales, como son: madera, vidrio, plástico, papel, aluminio, entre otros también diseñados de muy diversas formas (tarros, botellas, latas, etc.) Pero sin embargo, desafortunadamente no existe un envase ideal que cumpla todas las características y requerimientos que el producto necesita, sin embargo, podemos llegar a lo más próximo de lo ideal, gracias a la incursión de los avances tecnológicos, el desarrollo del área procesamiento y conservación de los alimentos, el avance de nuevos materiales y maquinaria, se han podido llevar a cabo grandes progresos que nos aproximan a un envase ideal, diseñado para el uso del producto. ^(5,11)

La importancia del envasado en la Industria de alimentos consiste principalmente en mantener el producto y aumentar su vida útil, proporcionándole mayor calidad, higiene, seguridad, y mayores estándares de regulación, protegiendo de esta manera al consumidor y al producto.

Existen múltiples definiciones en cuanto al envasado, una de las más completas es elaborada por La Ley de Envases y Residuos por la Unión Europea que es la siguiente y la que vamos a tomar en cuenta:

“Envase es 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 consideran también como envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin.” ⁽⁵⁾

Los fabricantes se deben ajustar a las regulaciones de la FDA en lo que respecta al método y a los materiales de envasado, eso se nombrará más adelante. “Un envase alimentario debe contener y proteger al producto envasado desde el momento y lugar de fabricación hasta el momento de su consumo” (IFT, 1991) ⁽¹⁵⁾

4.1.3 Funciones del envasado de los alimentos

Los envases deben cumplir numerosas funciones, incluyendo fines como la protección del alimento, retener la calidad de los productos, aunque el papel fundamental es el de contener a los productos, tener las condiciones adecuadas para el transporte, y que se impida un deterioro significativo de la calidad.

“Se ha calculado que cada año se pierde el 50% de todos los alimentos producidos en el mundo; se alteran antes de que puedan llegar al consumidor.”⁽¹⁾

Muchos alimentos no sobrevivirían sin daño a su distribución, si no fuera por la protección que les proporciona el envase, al igual que también un envasado deficiente puede echar a perder el proceso a pesar de que se haya llevado a cabo con las técnicas de elaboración más meticulosas. Mencionaremos las funciones principales de el por qué envasar los alimentos.^(11, 10)

- Prolongar la disponibilidad de los productos aun en fuera de temporada
- Mantener la calidad y protección del producto frente a la alteración, ya sea de color, sabor, olor, textura y otras características del alimento.
- Mantener la higiene alimentaria, promoviendo la salud pública y el bienestar económico, retirando así rápidamente los productos que no cumplan con las características de seguridad.
- Evitar contaminación por agentes físicos, químicos, biológicos (microorganismos, enzimas).
- Proteger a los alimento por daños físicos y factores ambientales.
- Controlar la absorción y pérdidas de gases entre ellas O₂ y vapor de agua.
- Facilitar el uso del producto por ej. verter el producto más fácilmente, volver a cerrar el producto después de su uso.
- Ofrecer un almacenamiento adecuado antes del uso, ayuda a acomodarlo o apilarlo, unificar, agrupar.
- Evitar/indicar las manipulaciones mediante etiquetas anti – manipulación.
- Comunica información referente a los ingredientes, datos nutricionales, nombre, dirección, peso, código de barras y otros aspectos a través del

etiquetado. Cabe mencionar que es de suma importancia debido a la aparición de alimentos transgénicos, así como el incremento de la población con intolerancias a ciertos componentes, al igual que también se use como medio para comunicar la forma de uso del producto.

Es importante que esta información llegue clara al consumidor para evitar confusiones.

- Hacer cómodo el proceso de fabricación ayudando a su llenado, cierre aumentar la velocidad y eficiencia para abaratar los costos y proporcionar la integridad del producto.
- Facilita la comercialización así como también la legislación y normativas sobre el envasado, proporciona mensajes relacionados con la salud, cupones, recetas, etc.
- Seguridad en la distribución: hurtos falsificaciones etc.

Como se puede observar el envasado en alimentos cumple con tantas funciones unas de suma importancia en la industria de alimentos y otras secundarias como es en el caso de comercialización, promoción y mercadotecnia. Parece fácil encontrar el mejor envase adecuado a las características de alimentos pero no es así, es una tarea difícil pues hay que conocer los tipos de materiales y sus características al igual que valorar estrictamente al producto a envasar y que problemas puede generar el aplicar un material u otro. ⁽¹¹⁾

4.1.4 Clasificación de los envases

Existen diferentes tipos de clasificación de los envases de acuerdo a sus características y la función que realice.

La primera clasificación que vamos a determinar esta atribuida debido a la función que tiene con el alimento. Los envases se clasifican en primarios, secundarios y terciarios. El de mayor importancia para nosotros es el envase primario descrito a continuación:

- ❖ Envase Primario: es el envase que está en contacto directo con los alimentos o bebida. Por ejemplo la botella de vidrio, las latas, y cualquier otro que contiene alimentos ⁽¹⁰⁾.
- ❖ Envase Secundario o de tránsito: es aquel envase que contiene de forma ordenada varios envases en una bandeja o una caja de cartón, este no tiene un contacto directo con el alimento ⁽¹⁰⁾. Por ejemplo: Yogures, flanes en paquetes.
- ❖ Envase Terciario: es el palatización con cientos de envases, la caja de cartón que a su vez contiene decenas de productos envasados, a su vez, varios envases secundarios se unen en este tipo de envase ⁽¹⁰⁾. Ofrecen protección adicional al alimento durante el almacenamiento distribución donde pueden producirse errores, como caídas, choques o roturas del cartón. Evitan que la fuerza de impacto recaiga sobre el envase individual del alimento.

Otro tipo de clasificación de los envases es de acuerdo a su dureza, envases flexibles (por ej. bolsas, cierres, tubos) y rígidos (metales, madera, aluminio). Y otra manera más actualizada de clasificar a los alimentos es de acuerdo a su función de barrera entre alimento y medio.

- ❖ **Envase Pasivo**: el envasado pasivo es el conocido típicamente, es el tipo de envase que sirve para proteger al alimento del ambiente externo proporcionándole una barrera física al deterioro externo. La contaminación y abuso físico del almacenamiento y distribución.
- ❖ **Envasado Activo**: Es un nuevo tipo de envasado que contribuye al desarrollo del producto y trabaja en conjunto para su desarrollo, juega un papel activo en la protección de los alimentos y ayuda a mejorar la seguridad y calidad.

4.1.5 Legislación en la Industria de Envasado

Existen restricciones y regulaciones sobre los materiales y artículos destinados para el envasado de los alimentos (resinas, barnices, adhesivos, tintas), son prescripciones que permiten la higiene bromatológica, y parámetros legislados para ciertos materiales de esta manera se permite la seguridad sanitaria como la seguridad del consumidor y la calidad del alimento. Se lleva a cabo para todos los materiales que están en contacto con el alimento incluso aquellos que no se encuentran en contacto directo como son las tintas. En Europa existe una ley llamada "La ley de Alimentos y Artículos de Primera necesidad donde se prescribe la "inocuidad" de dichos materiales y deben descartar la posibilidad de peligro, en el transcurso de su previa utilización, sea causa de que transmitan o ingresen en los alimentos sustancias extrañas". ⁽¹⁾

Gracias a estas leyes ha sido posible que todos los materiales y medios expuestos al alimento contengan especificaciones referentes a migración, así como, cantidades de aditivo permisibles, metales pesados nocivos etc. Las autoridades sanitarias son las encargadas de dar las recomendaciones para garantizar que los productos se encuentran fuera de peligro para el consumidor y carezcan de defecto. En caso de dudas de procedencia del material, se puede emitir un certificado de inocuidad por parte de la empresa quien proporcione el material (donde se aclara que la materia prima cumple con los requerimientos y cumple con las normas de la autoridad sanitaria).

De acuerdo a estos parlamentos, se ha puesto en duda el reciclado de envases para uso de alimentos ya que, se desconoce su procedencia, no obstante se desconoce si en algún momento esos fueron usados para contener otro tipo de productos tóxicos para la salud (aceites, orines, pesticidas, gasolina, detergentes) y esos pudieran emigrar en cierta forma hacia el producto.

Dentro de la regulación en México no existen leyes por medio de la Norma Oficial Mexicana donde se determinan la cantidad de compuestos migrantes hacia el alimento. Aún falta mucho en este aspecto, pero sin embargo, la Secretaria de Salud

se apoya de organismos internacionales como lo es el CODEX ALIMENTARIUS y la FDA (Food and Drug Administration) para determinar la cantidad permisible de componentes migrantes en el alimento.

4.2 Materiales utilizados para el envasado de alimentos

Existen diferentes tipos de materiales utilizados en la industria de envasado en el área de alimentos, este tipo de industria tiene amplias exigencias para el uso de materiales en contacto con alimentos, entre los materiales utilizados se encuentran; *vidrio, metal, plástico, cartón o papel*. Dentro de estos materiales se pueden encontrar muchos tipos de materiales de envasado o combinaciones de los mismos para conseguir mejores características funcionales y estéticas.

4.2.1 Generalidades sobre materiales de envasado

Es importante evaluar aspectos que van a establecer el tipo de envasado y el material a utilizar. El conocimiento de los materiales y las características del mismo amplían el criterio y facilitan la elección, es necesario que el material tenga afinidad con el producto a envasar, al mismo tiempo que sea atóxico, los aspectos económicos y disponibilidad del producto son necesarios tomar en cuenta, el peso y forma son importantes, ya que estos pueden elevar los costos tanto de almacenamiento como de distribución, es necesario evaluar los procesos productivos a los cuales van a estar sometidos los envases dentro de la planta (por ej. esterilización, pasteurización, congelación, etc.), que sean benévolos con el ambiente, que sean atractivos y aceptados por los consumidores, las propiedades del material deben ser las apropiadas para soportar las operaciones dentro de la fábrica pues ahora todos los procesos dentro de la industria están automatizados y muchos de ellos continuos. Tan complejas exigencias solo pueden cumplirse mediante una adecuada elección y empleo de los materiales correctos.

Enseguida se hablara de los materiales más utilizados en el envasado de alimentos.

4.2.2 Envasado de alimentos y bebidas en envase de vidrio

El vidrio es uno de los materiales más nobles para contener a los alimentos. Definido como un producto inorgánico de fusión que se enfría hasta alcanzar un estado rígido, sin cristalizar. (ASTM, 1965)⁽⁵⁾ Esto se debe a la distribución aleatoria amorfa de sus moléculas.

El vidrio transparente que es el más tradicional está constituido por diferentes componentes, los cuales podemos mencionar:

- ❖ 72 por ciento de SiO_2 (dióxido de silicio) tomado de arena de alta pureza.
- ❖ 12 por ciento de CaO (óxido calcio), procedente de piedra caliza.
- ❖ 12 por ciento de Na_2O (óxido sódico), derivado de sosa.
- ❖ Otros ingredientes: Al_2O_3 (óxido de aluminio), MgO (óxido de magnesio). Estos componentes no son añadidos si no que están presentes en los otros.

La elaboración de este material consiste en la mezcla de los componentes, es de gran utilidad adherir pedacera para facilitar la formación así como una manera de economizar, se funden a una temperatura de 1500°C , la pasta formada se temple para disminuir el riesgo al choque térmico. La masa fundida y convertida en pequeñas masas son llamadas velas o cargas donde estas se vierten el molde que le terminara de dar la forma final al envase mediante soplado, presión y vertido. (Ver proceso de fabricación del vidrio en Diagrama 1.1.)

Existen diferentes colores de vidrio y depende de la composición; los componentes van a dar la característica del color del vidrio, entre estos los más utilizados en la industria alimentaria se encuentran los colores verde pálido, verde oscuro, color ámbar que tiene propiedades protectoras contra las radiaciones UV, se suele utilizar para productos sensibles a la luz, el vidrio color azul es uno de los más caros y solo se emplea para productos de alta calidad y pueden absorber el costo.

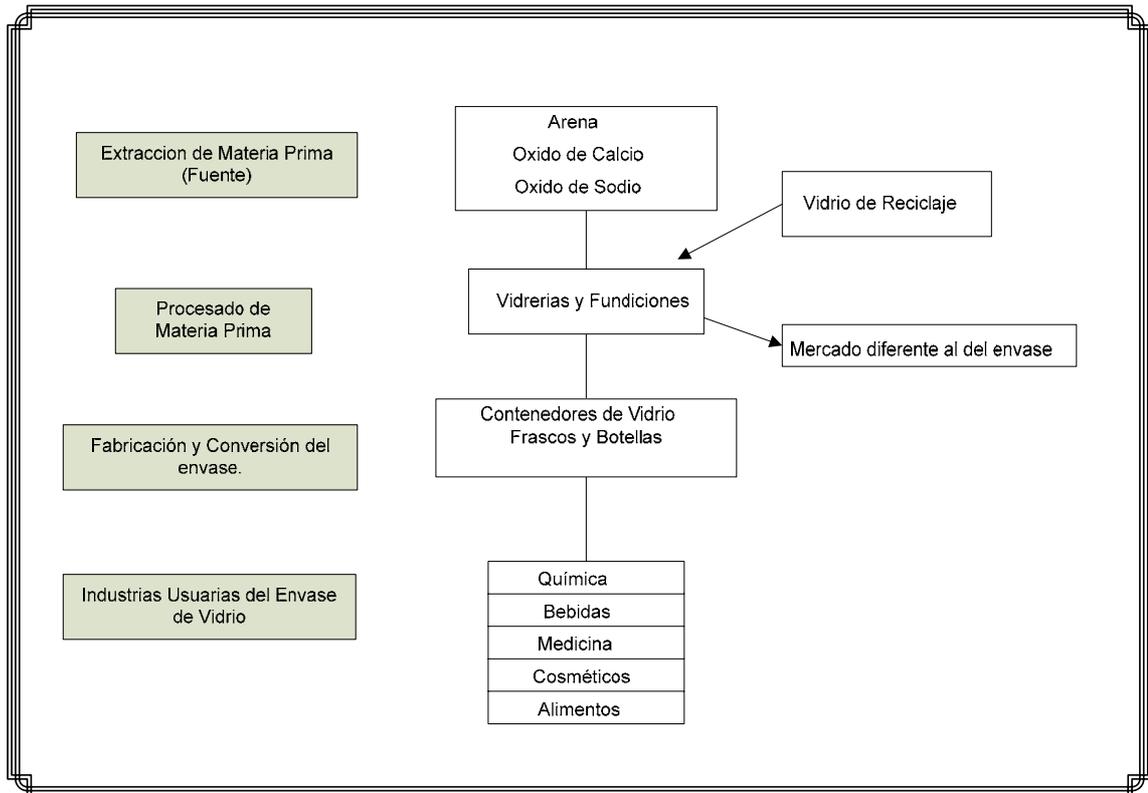


Figura 1. Diagrama del proceso de envase de vidrio.

Fuente: El mundo del envase, 1997.¹⁴

4.2.2.1 Características del vidrio

El vidrio tiene características que lo hacen un material muy interesante para su utilización en elaboración de envases pero, algunas de sus características no son muy favorables y van a disminuir su uso.

- ❖ El vidrio es un material inerte donde se ha demostrado en investigaciones que es un material óptimo para el campo de alimentación.
- ❖ Es maleable, se pueden fabricar diferentes tipos de envases tanto chicos como grandes de la forma deseada, al igual que texturizados o diseños.

- ❖ Constituye una barrera impermeable a los gases y agua proporcionando una barrera pasiva entre ambiente y alimento. y cerrado el envase puede ofrecer un cerrado hermético.
- ❖ Integridad química el vidrio es químicamente resistente a todos los alimentos (sólidos, líquidos). No transmite ningún color ni sabor.
- ❖ No puede ser perforado por agentes punzantes.
- ❖ El envase puede cerrarse y volverse abrir.
- ❖ Permite larga vida de anaquel.
- ❖ Se puede utilizar en microondas siempre y cuando se haya retirado la tapa.
- ❖ Resistente a presiones y puede soportar hasta 100 kg /cm².
- ❖ Se puede reciclar y puede ser reutilizado casi al 100%.
- ❖ Material higiénico se pueden lavar y secar fácilmente antes del llenado del producto.
- ❖ Transparencia, se puede ver el contenido a través de él.

Sin embargo, tiene ciertas desventajas, es por ellas que se limita su uso; tiene facilidad de rotura por presión interna, por golpes y por choque térmico, su densidad es alta (es más pesado que otros materiales) es por ello que los costos de transporte incrementan. ⁽¹⁰⁾

4.2.2.2 El vidrio en la industria de alimentos

El vidrio es un material utilizado para los alimentos. Los envases de mayor uso en la industria son las botellas con cuello estrecho, y los tarros de vidrio de cuello ancho, las tapas o cierre para este tipo de alimentos están constituidos normalmente por aluminio con un empaque de plástico para evitar los escapes de gases y ayudando a un cierre hermético y seguro.

Entre los alimentos que más utilizan este tipo de envasado se encuentran; el café instantáneo, especias, mezclas sólidas, alimentos infantiles, productos lácteos, mermeladas, jaleas, salsas, mayonesa, jarabes, mostaza, productos vegetales, conservas, pescados, productos cárnicos, y productos líquidos como cerveza, vino, zumos, aguas minerales, refrescos, leche, aceites de olivo. A pesar que este es un

material de amplia aceptabilidad entre los consumidores, los envases metálicos y plásticos han venido a arrebatarse mucho terreno al vidrio. A pesar de eso “cuando se quiere resaltar la calidad de un producto se suele utilizar envases de vidrio, pues los productos envasados en vidrio son valorados muy positivamente por los consumidores”.⁽⁵⁾

Tabla 1. Porcentajes de utilización de envases en la Unión Europea

Producto	Porcentaje %
Cerveza	25-35
Vino	60-90
Licores	60-95
Leche	2-10
Bebidas refrescantes	20-60
Alimentos sólidos	2-10
Aceites	5-30

FUENTE: Tecnología de la fabricación de conserva, 2000 Hainz Sielaff, Ed. Acribia, S.A. Zaragoza (España)⁹

4.2.3 Envasado de alimentos y bebidas en envase de papel cartón

El papel tiene un uso extendido en la industria de alimentos. Pese a que en muchos usos ha sido desplazado por el plástico, el papel se mantiene vivo a lo largo del tiempo y es poseedor de popularidad, especialmente hoy en día donde se tiene mayor conciencia y preocupación por el medio ambiente, su uso ha incrementado en los últimos años por la facilidad de degradación.⁽¹⁴⁾

El papel se deriva de la pulpa de madera, pero también puede ser elaborado con muchos otros materiales como bambú, algodón, lino, caña de azúcar, paja, desechos de trapo, reciclados etc. Existen papeles flexibles y papeles rígidos, considerados los rígidos como papel cartón, la diferencia entre unos y otros están determinados solo por el grosor y el uso.⁽⁹⁾

El proceso de elaboración puede llevarse a cabo por diferentes métodos entre ellos el químico, el mecánico y semi- químico donde se elabora una pulpa de madera que proviene de la separación y agrupación de las fibras de celulosa,(véase en forma general la elaboración del papel en figura 3) por medio de estos procesos se obtiene diferentes tipos de papel, dependiendo de la materia prima y el proceso, es el tipo de papel que se va a obtener con un sin fin de variedades y texturas de los papeles al igual que propiedades.

Como todo envase cuenta con ventajas y desventajas, a pesar que algunas se han podido mejorar gracias a el uso de aditivos. “Los aditivos mejoran las características no deseables como por ejemplo; la flexibilidad, la resistencia al rasgado, frente a la humedad, resistencia a la grasa, eficacia para los cierres, su aspecto, posibilidad de impresión y mejora las propiedades de barrera”.⁽¹⁰⁾



Fig.2. Imagen de usos de cartón y papel en la industria de alimentos

4.2.3.1 Características del papel y cartón

- Resisten temperaturas de ebullición de agua (100 °C).
- Soporta temperaturas de congelación (-18/-25 °C).
- Puede ser usado en hornos de microondas y en hornos de radiaciones por calor.
- Puede usarse en contacto directo con la mayoría de productos.
- Son permeables al agua y humedad, vapor de agua, emulsiones, soluciones acuosas, disolventes orgánicos, sustancias grasas, gases, olores y sabores.
- Se pueden unir con otros componentes para aumentar las características como la impermeabilidad y facilitar el sellado.

- Es flexible y moldeable.
- No resiste las roturas, débil.
- Es ligero.
- Fácil reciclado.
- Versatilidad de formas y dimensiones.
- Facilidad de impresión.

Se puede utilizar tratamientos de manera que el papel pueda ser más competitivo por ejemplo se pueden aplicar parafinas y ceras para proporcionarle impermeabilidad incluso puede ir recubierto de una capa de plástico que va a aumentar la resistencia mecánica y proporciona resistencia al agua, grasas y gas. Otra manera de aumentar las características del papel y cartón es combinarlo (laminados) con otros materiales para envasado como; papel/aluminio que proporciona resistencia mecánica y una excelente resistencia a la humedad y aire, papel/plástico que es favorable para el termo sellado al unirse al plástico a través del cierre y bueno para escribir en el.

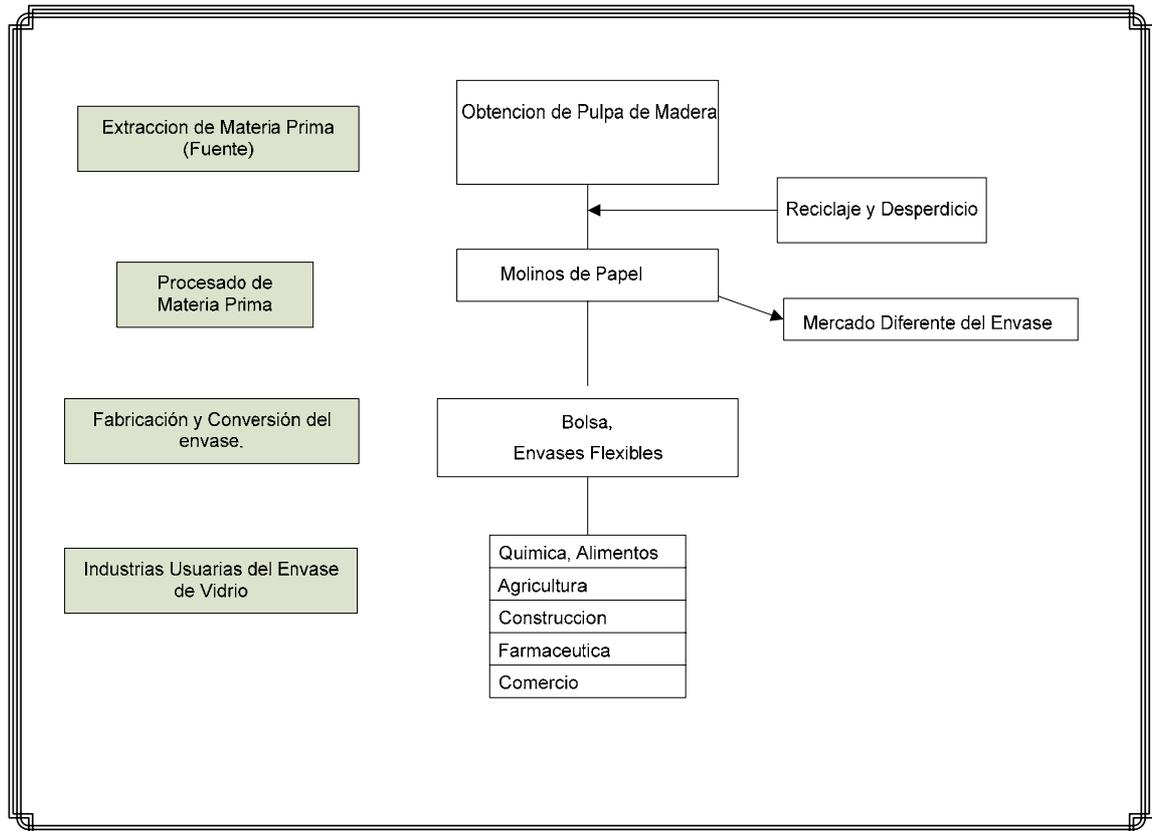


Figura 3. Diagrama de proceso de fabricación del papel para envase ⁽¹⁴⁾

Fuente: El mundo del envase, 1997.

4.2.3.2 Tipos de papeles y cartones en la industria de alimentos

Hay variedades de papeles y cartones pero solo se mencionaran los más relevantes en la industria de alimentos. ⁽⁵⁾

- a) Papel Kraft; este es un papel muy resistente, se utiliza para la elaboración de bolsas, sacos, multicapas, este tipo de papel puede ser coloreado y tiene diferentes densidades hasta lograr elaborar cartón.
- b) Papel pergamino vegetal; Es un papel muy denso tiene alto grado de resistencia al paso de las grasas y los aceites, de apariencia translúcida, es muy utilizado para envolturas y es mayormente utilizado en la industria alimentaria.

- c) Papel encerado: Brindan una buena protección a los líquidos y vapores. Se utilizan mucho para envases de alimentos principalmente para galletas cereales y repostería, en la industria de congelado.
- d) Papel glassine: Estos papeles son muy densos y tienen un alto grado de resistencia al paso de las grasas los aceites. Este papel es translúcido logrando una superficie con acabado plano; puede hacerse opaco adicionando pigmentos, también puede encerarse, laquearse y laminarse con otros materiales.
- e) Cartón: El cartón es una variante del papel, se compone de varias capas de éste, las cuales, superpuestas y combinadas le dan su rigidez característica. Se considera papel hasta 65 g/m^2 , mayor de 65 g/m^2 ; se considera como cartón, especialmente son usados como envase secundario y si este es usado como primario es indispensable un laminado.

4.2.3.3 Uso del papel y cartón en la industria de alimentos

- Podemos encontrar envases de cartón y papel de todo tipo de alimentos, alimentos en polvo como lo puede ser el café, té, azúcar harina, galletas, pan, cereales.
- Alimentos congelados, refrigerados y helados, harina preparada, pizzas, helados.
- Zumos y bebidas (zumo de naranja, zumo de tomate, leche, chocolate caramelos, dulces, etc.)
- Comidas rápidas.
- Alimentos frescos como frutas y verduras, carnes, pescados.

Los envases y recipientes de papel y cartón, los podemos encontrar en los puntos de venta (envases primarios), y en el almacenamiento, distribución y transporte (como envases secundarios).

Existe una nueva modalidad para los envases con uso de microondas, se están aplicando suceptores (pequeñas partículas de aluminio) que ayudan al tostado de los alimentos ya que el metal refleja las ondas que posteriormente calientan el alimento, esta tecnología es usada en las palomitas de microondas, patatas fritas, productos horneados, pizzas.

La combinación de aluminio con cartón puede ser usado para fabricar tubos que se usan para galletas refrigeradas, levadura, etc. ⁽⁵⁾

4.2.4 Envasado de alimentos y bebidas en envase de metal

El metal en términos generales es un material rígido que se usa para elaborar contenedores que sean aptos para contener productos líquidos y/o sólidos que además puede cerrarse herméticamente.

Dentro de la industria de alimentos es posible encontrar un sin número de materiales utilizados para empacar/ensasar, de los cuales algunos ya se ha hablado, pero entre los más destacados y más utilizados esta el metal que se prefiere por sus características mecánicas y electroquímicas, los metales más utilizados para este tipo de industria son; el acero, el aluminio. El acero principalmente utilizado para latas rígidas, y el aluminio se emplea para láminas, recubrimientos, envases más flexibles. “Se estima que en el mercado mundial de latas el metal es de unos 410.000 millones de unidades anuales, 320.000 millones de unidades corresponden a bebidas y 75.000 millones a alimentos, los otros corresponde a otros productos”. ⁽⁵⁾

La representación más común de los metales en la industria del envasado para alimentos, esta simbolizada por la lata de acero la cual es de un material duro y resistente, probablemente no es tan estético y mucha gente se resiste a adquirirlo por la idea errónea que adquieren un producto menos fresco y con menor cantidad de nutrientes, pero presenta sus ventajas lo cual ha hecho posible su comercialización, y con la ayuda de el diseño y mercadotecnia se ha podido dar mayor aceptabilidad a este tipo de envasado.

Entre los tipos de envases de metal para envasado están; latas de acero (hojalata recubierto con una capa estaño), latas de aluminio, bandejas o charolas de metal, tubos flexibles, laminados utilizando aluminio, incluso también son fabricadas para cierres como son las corcho latas y tapárosca. ⁽⁵⁾



Fig. 4 Imagen de envases metalicos diferentes presentaciones de uso alimenticio

4.2.4.1 Tipos de metales usados en la industria alimentaria y sus características

El acero es un material muy corrosivo a elevado grado de acidez ($\text{pH} < 3$ o < 4), en este caso existen alimentos los cuales podrían propiciar ese fenómeno, por lo tanto, es necesario utilizar recubrimientos que protejan de la corrosión. “La corrosión provoca en los envases alteraciones apreciables a simple vista y la contaminación de los alimentos, lo cual reduce la capacidad de conservación, y el abombamiento microbiano” ⁽⁹⁾.

4.2.4.1.1 El acero como material para envasado y sus características (hojalata)

Una de las maneras de proteger el acero de la corrosión es el uso del estaño y ciertos tipos de revestimientos. El estaño es aplicado por medio de electrólisis en una fina capa a razón de 1.61 cm por 40.9 m² como mínimo. El estaño no es inmune del todo a la corrosión pero su velocidad de reacción es mucho menor que la del acero. La desventaja del uso del estaño es que es un producto caro que se ha venido supliendo por otro tipo de metales. Al mismo tiempo también para mayor seguridad se emplean barnices que vayan bien con el tipo de alimento y ayuden aun más a proteger el contenido. ⁽¹⁴⁾

El acero que no es recubierto de estaño es llamado **acero libre de estaño** y en vez de usar el estaño se usa el cromo, o aluminio como recubrimiento para protección de la corrosión, tiene un comportamiento similar al del estaño. Sus características físicas y mecánicas prácticamente son las mismas solo difiere de su composición química superficial. La ventaja en cuanto a este tipo de recubrimiento es mucho más económica y se obtienen resultados bastante satisfactorios. ⁽¹³⁾

4.2.4.1.2 Propiedades de los envases de hojalata y de acero libre de estaño

- Tiene gran resistencia al impacto; permite su distribución y apilado sin daño a el envase. No tan fácilmente se rompe y es perforable con artículos punzantes. ⁽¹⁴⁾
- Resistencia al fuego y a altas temperaturas; el metal no cambia sus propiedades al exponerse al calor (solo se dilata pero eso no afecta a los alimentos).
- Presenta inviolabilidad y hermetismo; Ofrece una barrera perfecta entre los alimentos y el medio ambiente proporciona un sellado completo frente a la entrada y salida de vapor, gases y luz, ofreciendo protección al contenido, y es inviolable, esto quiere decir que fácilmente se puede percibir si el producto ha sido probado o abierto.
- Ofrece al consumidor el mayor índice de seguridad en conservación prolongada de alimentos; esta es la principal "característica a los envases, para evitar descomposición por la acción de microorganismos o por las reacciones de oxidación". ⁽¹⁴⁾
- Brinda la posibilidad de tener almacenados los productos necesarios para la supervivencia.
- Resiste a presión; lo cual permite que se pueda usar para envasado de alimentos a presión o a alto vacío.
- Es versátil y fácil de moldear; puede crearse de infinidad de formas y tamaños.
- Son materiales reciclables y tienen calidad magnética; facilitando el reciclado y la selección de los metales de los desperdicios.

- Brindan integridad química; mínima interacción entre estos envases y los alimentos ayudando a conservar color, aroma, sabor, etc.
- Tiene posibilidad de impresión.

4.2.4.1.3 *Lacas para el revestimiento interno de los envases*

Como se observa el mayor problema es la corrosión del metal, lo cual puede ser disminuido, debido a cierta protección para el metal, de la misma manera se puede proteger al alimento de la migración de los compuestos metálicos aplicando un revestimiento orgánico o llamado también barniz orgánico en la superficie interna de el envase de hojalata, esta barrera evita que se produzca reacciones entre el envase y el producto, ya que esto podría ocasionar un problema grave de seguridad alimentaria al igual que van a desencadenar reacciones que afectan tanto al color, sabor de cada alimento en particular. Estos tienen que ser aprobados por la FDA.

Se elaboran más de treinta tipos de lacas diferentes, estos son aplicados por medio de maquinas barnizadoras que distribuyen el barniz líquido en las laminas por medio de rodillos. Las lacas deben ser atóxicas, No deben afectar a color y sabor, deben ser barrera efectiva entre el envase y alimento, fáciles de aplicar, resistentes y no desprenderse en la esterilización ni en el almacenamiento, ser resistentes mecánicamente, para no romperse mientras se fabrica el envase

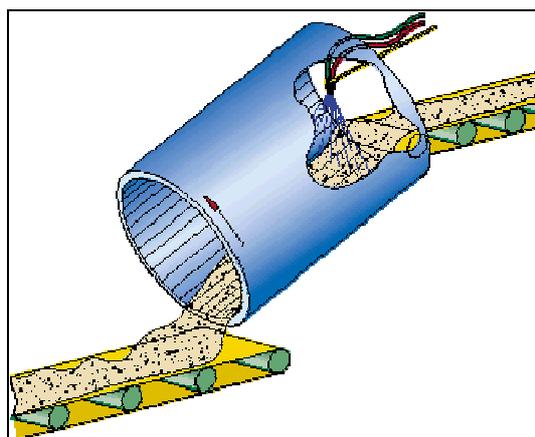


Fig. 5. Aplicación de un revestimiento por medio de aspersión.

4.2.4.1.4 Tipos de barnices internos para latas

a) Oleoresinas

Los tipos de lacas más usados son el "C", el "F" y el "R"

"F" Se usan para preservar los colores naturales de las frutas y verduras, para envasar frutas de acidez baja o media, tomate y mantecas vegetales.

"C" previene la decoloración de alimentos, evita la formación de puntos negros en el envase, para vegetales que liberan azufre, la salmuera, carne, pescados, mariscos, lácteos.

b) Fenólicas

Este tipo de lacas son usadas para mariscos, pescados, algunas carnes, y ácidos.

c) Epóxicas

Para carnes, pescados, quesos salados, verduras y frutas de alto grado de acidez.

d) Vinílicas

Para gaseosas, cervezas y alimentos altamente ácidos y corrosivos.

"Aplicadas en el interior de las latas, evitan la interacción química entre el alimento y el envase" ⁽¹⁴⁾.

Tabla 2. Tipos de acero que requieren las principales clases de productos alimenticios. ⁽¹⁰⁾

Barniz	Uso tradicional	Tipo
Frutas	Frutas en baya oscuras, cerezas y otras frutas que necesitan protegerse de las sales metálicas	Oleorresinas
Barniz – C	Maíz, guisantes y otros productos que tienen compuestos azufrados, incluidos algunos alimentos marinos	Oleorresinas con pigmentos suspendidos de óxido de zinc.
Cítricos	Frutos y Concentrados Cítricos	Oleorresinas modificadas
Productos marinos	Pescados y productos cárnicos untables	Fenoles
Carne	Carnes y Algunos derivados	Eponas modificadas con pigmento de aluminio
Lácteos	Leche, huevos, otros productos lácteos	Eponas
Bebidas	Zumos de hortalizas; de frutas rojas; de frutas muy corrosivas: bebidas no carbónicas.	Sistema de dos capas: una de oleorresina para el fondo y otra de vinilo para la superficie
Cerveza	Cerveza y Bebidas carbónicas	Sistema de dos capas: una de oleorresina o poliburadieno para el fondo y otra de vinilo para la superficie.

4.2.4.2 Aluminio y sus características como material de envasado

El aluminio utilizado en la industria de alimentos tiene que cumplir con un grado de pureza del 99 %, se puede aumentar su resistencia por medio de la adición de magnesio y manganeso, el aluminio ha tenido un continuo aumento de uso debido a la ligereza (triplemente ligero que el acero) y bajo costo, tiene mayor resistencia a la corrosión, mayor disponibilidad (constituye el 7.9 % de la corteza terrestre). Su uso comenzó en los alimentos después de la primera guerra mundial, Europa fue el primer país donde se comenzaron a ver sus primeros envoltorios de hoja metálica para chicles y otras golosinas. Puede utilizarse en recipientes conformados o semirrígidos.

4.2.4.2.1 Propiedades de aluminio como material para envasado

Es un material ligero (tres veces más que el acero)

- Tiene mayor resistencia a la corrosión.
- Provee a los alimentos refrigerados un índice alto de enfriamiento.
- Inviolabilidad ayudada de sus cierres.
- Inocuidad.
- Maleabilidad.
- Resiste altas temperaturas.
- Es débil y se desgarrar con facilidad (en el caso del papel aluminio).
- Resistencia mecánica.
- Buena conductividad eléctrica.
- Aspecto es atractivo y fácil de decorar.
- Refleja la luz por lo tanto lo hace más atractivo y protege al contenido de la luz.
- Puede unirse a otros materiales como papel y películas poliméricas de pequeño grosor.
- Proporciona buena barrera contra el oxígeno y la humedad.
- No es posible su uso en microondas.

4.2.4.3 Aplicación de los metales en la industria de alimentos

El acero principalmente es utilizado para el enlatado de carnes, verduras, frutas, pescado, embutidos.

El aluminio es un poco más versátil en la industria de alimentos, se puede usar para contener productos tanto líquido como sólidos, entre sus aplicaciones podemos mencionar:

1. películas para envasado por ejemplo, chocolate, láminas de aluminio industrial o doméstico.
2. Cierres de botellas y sobre embalajes, por ejemplo cápsulas y botellas de vino.

3. Recipientes y tapas para alimentos semi preparados, por ejemplo productos almacenados en congelación o calentados al horno, porciones individuales, tapas para envases de yogurt.
4. Utensilios de cocina como cacerolas, cubiertos.
5. Laminados.
6. Y sus diferentes presentaciones como los recipientes conformados o semirrígidos, estos son utilizados en comidas instantáneas con distintos compartimentos, tubos comprimibles que ayudan a envasar el puré de tomate y betún.
7. Los botes de aluminio son adecuadas para contener bebidas con gas, el gas que mantiene la estabilidad de la botella pero igual es usado para bebidas líquidas, por ejemplo, jugos, cerveza, refrescos, alimentos infantiles, leche en polvo.

Se usa en productos de confitería y botanas, gracias a la barrera que ofrece al oxígeno y humedad.

4.2.4.4 La tendencia futura en envases metálicos

La tendencia al futuro es hacia las latas baratas y ligeras. Pronto solo el gas de las bebidas impedirá que sean aplastadas en la estantería del supermercado. El metal de paredes delgadas no plantea ningún problema para las bebidas carbónicas, ya que la presión del dióxido de carbono estabiliza el envase y da la consistencia. ⁽¹⁴⁾

El creciente uso de materiales alternativos, como plástico y laminados, podría hacer creer que la hojalata está en retroceso sin embargo, la hojalata se presta a nuevas aplicaciones con la continua evolución y mejora de sus características unida a la introducción de otros materiales metálicos. Se han elaborado envases los cuales tienen la posibilidad de enfriamiento y calentamiento al momento que se abre el envase (lata), la posibilidad de apertura fácil y completa de la tapa de las latas de alimentos. Estas son innovaciones que garantizan los envases metálicos seguirán siendo utilizados (por economía, comodidad, por presentación, etc.), en el envasados

de todo tipo de alimentos y bebidas, que se almacenan a temperatura ambiente o refrigerados. Los envases de metal son resistentes a la luz, por lo que ofrecen un alto grado de protección a los productos durante toda su vida comercial útil.



Figura 6. Imagen de lata ligera de aluminio.

4.2.5 Los plásticos en el envasado de alimentos y bebidas

Uno de los materiales que ha incrementado considerablemente su uso en los últimos 20 años para la industria alimentaria son los “**plásticos**”, desplazando los materiales comúnmente utilizados para el envasado, y esto debido a la versatilidad de este material, sus propiedades físicas y químicas, un costo inferior a otros y a su menor consumo de energía en el proceso de fabricación, a pesar de que los plásticos no ofrecen propiedades de barrera ideal, sin embargo, gracias al desarrollo y evolución de compuestos laminados y copolímeros ha mejorado este aspecto y poco a poco se está consiguiendo una lenta pero efectiva competencia con respecto a materiales metálicos y de vidrio.^(11,10,14)

Existen plásticos naturales y sintéticos entre los naturales se encuentra el hule procedente de un árbol de guayule, y los sintéticos empiezan con derivados desde algodón o celulosa que fueron los primeros iniciando esta revolución industrial, para hoy en día los plásticos comúnmente son derivados del petróleo y de gas natural. El desarrollo de los polímeros sintéticos se produjo a partir de los polímeros naturales, es decir de materias primas naturales como lo es el carbón, aceite o gas natural. “De

entre los miles de plásticos que se han sintetizado, solamente unos veinte se emplean en el envasado de los alimentos. Sin embargo, estos 20 polímeros se combinan en tal variedad de formas, que se dispone comercialmente de cientos de estructuras diferentes de plásticos utilizables en el envasado de alimentos.”⁽¹⁰⁾

4.2.5.1 Definición de los plásticos

De acuerdo con la Directiva de la Unión Europea se define el plástico como: *“Compuestos orgánicos macromoleculares obtenidos por polimerización, poli condensación, poli adicción o procesos similares, a partir de moléculas de un menor peso molecular, o por alteración química de compuestos macromoleculares naturales”*.⁽¹⁴⁾

Las moléculas con un peso molecular menor son los monómeros (por ej. etileno, metilo) y los compuestos macromoleculares son los polímeros, palabra derivada del griego (muchas partes).

Esto quiere decir el plástico se forma por cadenas moleculares muy largas compuestas por pequeñas unidades repetidas entre si, en una secuencia de cabeza o cola estas pequeñas moléculas son los monómeros. La disposición de sus moléculas proporciona a los plásticos características inusuales, podemos mencionar si las moléculas se encuentran alineadas y uniformemente ordenadas, originan un plástico con mayor densidad y cristalinidad en cambio si la disposición de las moléculas es de monómeros disfuncionales o trimultifuncionales que proporcionan una cadena tridimensional en lugar de una cadena lineal lo cual va a dar una característica de estructuras más rígidas a temperaturas elevadas. Esta variabilidad de disposición de las cadenas también va a repercutir la manera de cómo reaccionan los polímeros con procesos térmicos. Otra variabilidad de polímeros existentes se lleva a cabo por la combinación de diferentes moléculas de monómeros para así formar materiales con propiedades mixtas estos son llamadas **copolímeros**, esto permite que cada vez existan mayor cantidad de variables posibles, esto hace de los

copolímeros, una clase importante de plásticos al ampliar sus posibilidades de empleo en el envasado de alimentos. ⁽⁵⁾

Los plásticos se utilizan dentro del envasado de alimentos ya que ofrecen una gran posibilidad de formas de presentación, tamaño, colores, dureza, flexibilidad, termo resistencia, cada plástico tienen sus características únicas estas dependen de su forma de fabricación y de utilización. Los polímeros son resistentes a muchos tipos de compuestos; desde los compuestos orgánicos presentes en los alimentos, los ácidos y álcalis. De esta manera se considera que los plásticos son inertes y este puede entrar en contacto con el alimento. ⁽⁵⁾

Algunos de los plásticos pueden presentar problemas al absorber ciertos componentes de los alimentos como por ejemplo, las grasas y aceites, de la misma forma es posible que algunos gases como el oxígeno, el anhídrido carbónico, nitrógeno, y el vapor de agua puedan pasar a través del plástico, por lo cual es necesario tomar a consideración las necesidades de envasado que se requieren para el tipo de alimento que se va a envasar, igualmente el sistema de almacén y distribución a las que va a estar sometido, de esta manera garantizar que el producto va estar en las condiciones de calidad adecuadas hasta el momento de su consumo. Sería muy útil evaluar por medio de pruebas como reacciona ese tipo de plástico al contacto con el alimento. ^(9,5)

4.2.5.2 Clasificación de los plásticos

Los plásticos son materiales susceptibles de moldearse mediante procesos térmicos, a bajas temperaturas y presiones. Se pueden clasificar en función de su resistencia a la temperatura, desde los que aguantan temperaturas muy bajas de congelación (-40 °C) y de almacenamiento (-20 °C) a las altas temperaturas de esterilización (121 °C), calentamiento de productos en horno de microondas (100 °C) y calor radiante (200 °C).

La mayor parte de los plásticos utilizados en los envases son “**termoplásticos**” esto quiere decir que se pueden ablandar y fundir repetidas veces al ser calentados, esta característica es importante para la formación de los envases de plásticos, las películas y para el cierre de algunos por medio de calor, también es una medida ecológica de reutilizar los recortes y sobras de los envases.

En cambio los plásticos “**termoendurecibles**” conocidos también como “**plásticos irreversibles**” o “**termo fijos**” son plásticos que durante el proceso de moldeo y calentamiento, ocurre una reacción química de polimerización, de tal manera que al terminar este proceso, estos materiales ya no son susceptibles de una nueva fusión y por ende ya no pueden ser utilizados en el envasado de alimentos, y este se usa principalmente en tapa roscas.⁽⁹⁾



Fig.7 Presentación de usos de plástico en la industria de alimentos. Película plástica (a), envases rígidos para alimentos (b).

4.2.5.3 Características generales de los plásticos

Los plásticos tienen ciertas características únicas y particulares que hacen a este material demandado para el uso de alimentos, es importante mencionar que cada plástico tiene sus propiedades físicas y químicas exclusivas, mas sin embargo, los vamos a mencionar de una manera generalizada.

Las ventajas o peculiaridades que tienen los plásticos a comparación con otros materiales usados también para el envasado podemos destacar:

- **Baja densidad:** Es un material ligero, una de las mejores ventajas que tiene ya que esto va permitir la disminución de costos (transporte, distribución, almacenamiento) está también es una ventaja para el consumidor por el ligero peso y la practicidad.
- **Flexibles y extensible:** Pueden soportar grandes esfuerzos sin fractura y recobrar su forma y dimensiones originales cuando esta fuerza es removible.
- **Alta resistencia a la corrosión:** son altamente resistentes a la humedad, oxígeno, ácidos débiles y soluciones salinas. Algunos plásticos tienen mayor resistencia a los solventes orgánicos.
- **Resistencia al impacto:** Por naturaleza este material es resistente al impacto, que en algunos casos puede ser mejorada mediante la incorporación de aditivos.
- **Baja conductividad térmica:** Tiene un alto coeficiente de aislamiento térmico lo cual puede ser ventajoso a veces para controlar variaciones de temperatura externas.
- **Propiedades ópticas:** Ofrecen muchas posibilidades en cuanto la transparencia, color, esta propiedad puede ser modificada haciendo uso de pigmentos o colorantes.
- **Integración del diseño:** Procesos de producción y las propiedades del plástico ofrecen la posibilidad de diseñar y manufacturar formas poli funcionales, fluyen y se moldean bajo determinadas condiciones que permiten variar las formas, tamaños y estructuras.
- **Económicos:** Tomando en cuenta su densidad, la materia prima del plástico es relativamente económica. Y este precio es adecuado a las necesidades del mercado.
- **Higiénico:** En la mayoría de los casos son químicamente inertes, un diseño adecuado del envase en cuanto a materias primas y hermeticidad hacen a los envases altamente higiénicos y herméticos.
- **Versatilidad:** En sus propiedades de barrera de los gases como el oxígeno, etileno, nitrógeno, la humedad y la luz.

Como cualquier material presenta ventajas y desventajas que algunas pueden usarse en algunos casos como beneficio, mencionaremos algunas:

- **Baja resistencia a temperaturas elevadas:** Las temperaturas altas pueden llegar a fundir este material, con la consecuencia de perder sus propiedades, en algunos casos esto puede ser una cualidad como lo sería un termo sellado resistente que ayude a conservar el alimento.
- **Baja resistencia a los rayos ultravioleta y a la intemperie:** Este comportamiento puede mejorarse marcadamente incorporando aditivos apropiados.
- **Deterioros en la superficie:** La superficie puede rayarse con objetos duros.
- **Menor vida anaquel:** En relación con otros materiales por ej. el metal la vida de anaquel es mucho menor.

4.2.5.4 Tipos de plásticos que se emplean en el envasado de alimentos

Existen muchos tipos de plásticos, esto debido a la configuración de sus moléculas, su disposición, combinación de otros compuestos, proceso por el cual fue elaborado, todas estas características van a definir las propiedades de los plásticos, es por ello que existe una amplia elección, pero principalmente dentro del envasado de alimentos las cualidades más importantes ha denotar son: la permeabilidad que los plásticos tienen hacia ciertos gases (oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, etileno), y el vapor de agua, pues los grados de permeabilidad varían de plástico a plástico; otras características propias a tomar en cuenta en el envasado son la capacidad de cierre térmico, adhesión, fuerza y resistencia al calor. La principal importancia de los plásticos en la industria alimentaria es que debe proporcionar envasado con protección barrera (frente humedad, luz, etc.) debe conocer que niveles de propiedades barrera es suficiente para los productos que se han de envasar. ⁽¹³⁾

A continuación se mencionan los plásticos más utilizados para el envasado de productos alimenticios.

- Polietileno (PE).
- Poliésteres (PET, PEN, PC).
- Ionómeros.
- Etilen-vinil-acetato (EVA).
- Poliamidas (PA).
- Cloruro de polivinilo (PVC).
- Cloruro de Polivinilideno (PVdC).
- Poliestireno (PS).
- Estiren-butadieno (EB).
- Acronitril-butadien-estireno (ABE).
- Etilen-vinil-alcohol (EVOH).
- Polimetil-penteno (TPX).
- Polímeros altos de nitrilo (PAN).
- Fluoropolímeros.
- Materiales celulósicos.
- Acetato de polivinilo (PVA).

4.2.5.4.1 Polietileno (PE)

Es uno de los plásticos más consumidos de acuerdo a su disponibilidad y economía. “Representa un tercio de todo el envase plástico del mundo” ⁽¹⁴⁾. Este polímero es el resultado de la polimerización del gas etileno por medio de condiciones específicas (temperatura, presión, catalizador) de acuerdo a estas características se obtienen resinas de **alta** (PEAD), **media** (PEDM) y **baja densidad** (PEBD), esto depende de la aplicación a la cual se vayan a designar. Los polietilenos se pueden sellar por calor, no tienen buenas propiedades barrera para los aceites, grasas o tales como el CO₂ sin embargo, tiene buenas propiedades de barrera para la humedad y el vapor de agua, sus propiedades de barrera mejoran de acuerdo a la densidad, posee propiedades aislantes, goza de una baja resistencia al calor

comparada con otros plásticos. Se usa comúnmente en bolsas para congelados, en base a sus propiedades evita la deshidratación y quemaduras por congelación de los alimentos, auxilian a preservar el aroma, facilidad para abrirse y cerrarse, es posible reciclarse, higiénico, evita la contaminación con microbios u olores desagradables. Su uso se aplica a películas, y envases duros, como los que existen para contener la leche. ^(14, 11,10)

- **Polietileno de baja densidad (PEBD):** Es un polímero de larga cadena de polímeros unidos débilmente producidos por una presión elevada de 1.000-3.000 atm con ramificaciones lo cual permite que sea flexible. El polietileno de baja densidad es resistente, semitransparente, flexible y de sensación cérea al tacto. A temperaturas inferiores a 60 °C es resistente a la mayoría de los compuestos químicos, moderadamente resistente al agua pero no a los gases (tiene pobres propiedades de barrera frente al O₂).

Se emplea generalmente en forma de hojas y laminados con otros materiales de envasado. Se utiliza en la fabricación de bolsas (PAN), para almacenamiento a bajas temperaturas, envasado del arroz, tiene un punto de fusión de 105 °C.

- **Polietileno de alta densidad (PEAD):** Se obtiene con un método de polimerización de baja presión (10 atm) y temperatura lo cual va ocasionar una estructura molecular ordenada. Da por resultado un plástico más duro menos flexible y céreo, para proporcionarle elasticidad se recomienda llevarlo a un punto más alto de temperatura (134 °C temperatura de fusión). Se utiliza para fabricar recipientes como cajones, botellas, tubos. Es resistente a las grasas y aceites a comparación con el PEBD, no tiene un cierre hermético fácil y una aplicación práctica se encuentra en los botes para leche, es más resistente a las grasas y aceites.

4.2.5.4.2 Polipropileno (PP)

Es un polímero formado por adición, aplicando calor y presión, y utilizando catalizadores, de esta manera se obtiene un polímero lineal con grupos salientes de CH_2 . El polímero resultante es una resina más dura y más densa que el PE, entre las características más definidas de este polímero se encuentran que tiene una elevada cristalinidad (con brillo y claridad) resaltando su apariencia y calidad, es duro, resistente al calor (se reblandece a temperaturas superiores a $160\text{ }^\circ\text{C}$), posee resistencia a la rotura al doblarse, resistente a la punción y rígido, resistente a los agentes químicos (con excepción de los hidrocarburos aromáticos y clorados), tiene buenas propiedades de barrera respecto al vapor de agua y presenta resistencia a los aceites y grasas, tiene excelentes propiedades de barrera anti-humedad y frente a gases ordinarios y admite la impresión por ambas caras, tiene buena característica de termo sellado, es quebradizo debajo de los $0\text{ }^\circ\text{C}$ y se puede quebrar a $-5\text{ }^\circ\text{C}$.

Se utilizan ampliamente en el campo de la alimentación, tanto en forma flexible como en forma rígida, gracias a su alto punto de fusión pueden ser utilizados en el llenado de productos en caliente o para productos que van a ser sometidos a altas temperaturas como por ejemplo microondas, es posible utilizarlos como capa interna de los envases alimentarios que se someten a elevadas temperaturas de esterilización. El método para elaborar envases rígidos se da principalmente por inyección, y se forman envases de ampolla, laminados, bolsas para aperitivos y productos de confitería, coextorsionados. Las láminas formadas por este material pueden competir directamente con los materiales de papel, por las características que tiene como la densidad baja, protección de barrera a la humedad, compitiendo ventajosamente contra estos. Se utilizan comercialmente en productos como confitería, galletas, frituras evitando la pérdida de consistencia y reblandecimiento de el alimento, protege al producto de pérdida y absorción de humedad, del polvo, se usa incluso en pan, frutas secas, pastas, helados, té, café, chocolates, aperitivos, y en envases rígidos para productos como yogurt, margarina, mantequillas, salsas, con la facilidad de abrir y cerrar.

4.2.5.4.3 Polietileno tereftalato (PET o PETE)

Estos son compuestos formados por polimerización de esteres, resultantes de la reacción de un ácido carboxílico con un alcohol. Cuando el ácido tereftálico reacciona con el etilenglicol y se polimeriza resulta el PET.

Entre las cualidades más destacadas de este compuesto esta la resistencia térmica que es mucho más alta que otros plásticos su punto de fusión es de alrededor de 260 °C por eso es muy eficaz para el uso de temperaturas altas (esterilización por vapor, cocción en microondas, horneado tradicional). El PET posee gran resistencia y estabilidad química, claridad razonable parecida a el vidrio, deficientes propiedades de impresión, pobre sensación al tacto, aun que son fuertes y versátiles, tiene excelentes propiedades de barrera, es un plástico barato debido a su eficaz reciclado.

La llegada de los diferentes tipos de PET revoluciono la industria del envasado, compitiendo este directamente con las botellas de vidrio. Las botellas obtenidas de el polímero PET mediante el moldeo por soplado pesan menos, ocasionan menores costos de producción y energéticos.

Utilizado en la industria alimenticia en productos como botanas, galletas, confitería, dulces, pan, frituras, café, frutas secas, pastas, así como también se utiliza para embotellado de productos líquidos. Principalmente es usado para este tipo de industrias por su eficaz propiedad de barrera, de esta manera protege el producto contra la pérdida de absorción de humedad, del polvo, permite que estos productos preserven su color, textura, aroma, además que su apariencia es ligera y atractiva.

4.2.5.4.4 Polietileno naftaleno dicarboxilato (PEN)

Este polímero se utiliza debido a sus propiedades barrera (gases y vapor de agua) y es mucho mayor resistente que el PET. Tiene buena resistencia a la luz UV y más resistente al calor que el PET. Es utilizado para formar películas al igual es bien utilizado para el moldeo de botellas, sin retorno (para bebidas como bebidas

refrescantes, cerveza, al igual que en botellas retornables (cerveza, agua mineral), botellas esterilizables (alimentos infantiles), bebidas deportivas, zumos, productos deshidratados en envases flexibles, productos llenados en caliente, etc. El PEN es más caro que el PET, por lo que su aplicación dentro de la industria alimenticia es limitada.

4.2.5.4.5 Policarbonato (PC)

Es un plástico formado de la polimerización de sal sódica con ácido bisfenólico con fosgeno. Entre sus características podemos mencionar que es claro como lo es el vidrio, resistente al calor y duro. Se usa frecuentemente para sustituir al vidrio, se ha encontrado su uso para alimentos que requieren esterilización en su proceso como es el caso de los alimentos para bebés, botellas para leche, bandejas resistentes al calor y bajas temperaturas para congelados, botellas para bebidas refrescantes, etc.

4.2.5.4.6 Ionómeros

Los ionómeros están formados a partir de sales metálicas (sodio, zinc) de copolímeros ácidos. La empresa Dupont fue uno de los pioneros con la resina más comercialmente llamada Surlyn que es parecido al PE, aun que más claro y fuerte. Resistente a la punción y a los aceites y grasas, químicamente inerte, cierra muy bien por calor, incluso si el área está dispersa con producto. Su uso es muy variado se usa en productos que contienen aceites esenciales como lo son los zumos, bolsas para aperitivos ricos en grasas, también es utilizado para proteger con envolturas retractiles productos cárnicos por su eficaz envasado en productos con protuberancias, bloques de queso, pescado, envolturas individuales de caramelos, bolsas de alimentos para animales, patatas fritas, aperitivos, envases tetra pack para bebidas, envases para margarina, galletas, alimento congelados, nueces.

4.2.5.4.7 Etilenvinilacetato (EVA)

Es un co-polimero del etileno con vinil acetato. Este plástico tiene unas cualidades buenas para bajas temperaturas, es muy parecido al PE, tiene buena resistencia a los impactos, la flexibilidad y la claridad. Al combinarse con otros plásticos como PVdC pueden mejorar las propiedades, en caso particular puede mejorar sus propiedades de barrera para el envasado de grandes piezas de carne por medio de vacío. El EVA con PET metalizado se emplea en los envases de vino.

4.2.5.4.8 Poliamida (PA)

Conocido comúnmente como “nylon” anteriormente se usaban para el uso de textil hasta que se encontraron algunas otras aplicaciones para este polímero. Las poliamidas se forman por una reacción de condensación entre la di amina y un di ácido. Las poliamidas tienen un elevado grado de cristalinidad, tienen escasas propiedades de barrera anti-humedad y una elevada permeabilidad a los gases. Son resistentes a los golpes, a la punción y a la rotura por tensión, son flexibles, se reblandecen y tienen un punto de fusión de 255 °C. El nylon 6 es ampliamente utilizado aun que existe una amplia variedad de nylon, en el envasado de alimentos sus usos son amplios pues se utilizan siempre laminadas, en productos envasados para su cocción en el envase, en alimentos congelados, pescado, carne, hortalizas, productos cárnicos procesados y queso. Es posible mejorar sus características de permeabilidad utilizando otro tipo de materiales ya sea como revestirse con una capa metálica o con otros tipos de plásticos.

4.2.5.4.9 Cloruro de polivinilo (PVC)

Al reemplazar uno de los átomos de hidrógeno del etileno por un átomo de cloro, el resultado es una molécula llamada monómero de cloruro de vinilo. La polimerización por adición de esta molécula da lugar al PVC. “Supone el 6% de todo el plástico para el envasado” ⁽¹³⁾. El PVC tiene características de dureza y quebradizo, esta característica puede ser mejorada con la adición de plastificadores para que aumente su flexibilidad, cuando es un material duro se emplea en bandejas con compartimentos, coloreadas o transparentes, para chocolates, galletas, etc.

también se usan mucho en el envasado de atmósferas modificadas de ensaladas, carnes cocidas o sándwiches.

Otra de sus características es que es resistente a la grasa y aceites, se emplea para hacer botellas (sopladas en molde) para aceites vegetales y zumos de frutas. Tiene buena claridad, su baja permeabilidad a los gases y al vapor de agua es alta hacen de este producto se emplee para envolver carnes y verduras frescas, ya que sus propiedades de barrera retardan la pérdida de peso, pero su permeabilidad al oxígeno permite que el producto pueda respirar, de esta manera se conserva el color rojo y en las frutas y verduras se mantienen más tiempo frescas, evitando las quemaduras por congelación. Este plástico es utilizado para el envasado con atmósferas modificadas.

4.2.5.4.10 Cloruro de polivinilideno (PVdC)

El PVdC es un copolímero del cloruro de vinilo y el cloruro de vinilideno. Elaborado por Dow Chemical, quien le dio su nombre comercial como Saran. El Saran tiene excelentes propiedades de sellado por calor y tiene excelentes propiedades de barrera para los gases, vapor de agua y productos grasos y aceitosos. Por sus altas propiedades de barrera para gases y los olores se utilizan para proteger el aroma y el sabor de los alimentos, muy útil en el uso doméstico sus presentaciones en envases flexibles se presenta en diferentes formas:

- Película de una sola capa: se emplea principalmente para envolver pollos cuando es necesario que la película se pegue bien al producto.
- Coextrusiones: de esta forma se pueden incorporar varias capas 3-7 capas para reducir costos y proteger al producto adecuadamente.
- Revestimientos: Se pueden aplicar mediante soluciones acuosas o disolventes orgánicos a películas plásticas.

Se emplea en el envasado de productos como carnes curadas, quesos, té, café. Se emplea para el envasado en caliente, esterilización, mantenimiento a baja temperatura y en el EAM.

4.2.5.4.11 Poliestireno (PS)

Es un polímero de adición de estireno donde un átomo de hidrógeno es remplazado con un anillo de benceno. El PS tiene muchos usos en el envasado de alimentos (en películas plásticas de una sola capa, coextrusionados, inyección, en espuma). Sus propiedades de barrera bajas para los gases y el vapor de agua son adecuados para su uso en productos que necesiten respirar.

Tiene una transparencia alta y es duro, es un material de envasado versátil, barato, y muy ligero su principal desventaja es que, al ser rígido o semilíquido, se quiebra con facilidad. Cuando se forma una espuma, su nombre es poliestireno expandido (ESP) se usa en los envases tipo concha para comidas rápidas, vasos desechables, cartones para huevo, bandejas para carne.

Cuando este es combinado con otros materiales formando láminas de varias capas es posible encontrarlo en productos para envasado de nata, postres lácteos, leche ultra pasteurizada, queso, mantequilla, margarina, mermelada, pasta, ensaladas, carnes frescas. Muchos de estos productos son envasados asépticamente en envases termo-formados.

4.2.5.4.12 Estiraden-butadieno (EB)

Es un copolímeros que se emplea en el envasado de alimentos. Es duro y transparente brillante y liso. En películas tiene una alta permeabilidad a los gases y al vapor de agua. Se emplea en el envasado de productos frescos. Se puede sellar por calor con otras películas de otros materiales. Se emplea para hacer láminas termo formable, botellas, y otros envases resistentes al impacto con claridad similar a la del vidrio.

4.2.5.4.13 Acrilonitril-butadien-estireno

Es un material duro, resistente a los impactos y flexible, termo formable y moldeable. Se utiliza en grandes envases.

4.2.5.4.14 Etilen-vinil-alcohol (EVOH)

Es un copolímeros del etileno y del vinil- alcohol. Tiene buenas propiedades de barrera para el aceite, la grasa, el oxígeno y los disolventes orgánicos. Es sensible a la humedad y, en forma de película es soluble en agua. No se emplea directamente en envases de alimentos sino mas bien se emplea en envases multicapas de forma que no entre en contacto con el producto. Por ejemplo en láminas de PS/EVOH/PS, de esta manera formando laminados es utilizado en quesos, pates, leche UHT, postres lácteos, bebidas, al igual que envases multicapas para uso de EAM.

Las láminas elaboradas de PP/EVOH/PP tienen buenas propiedades de barrera y se emplea en productos esterilizados (frutas, pates, alimentos infantiles, salsas, comidas preparadas) después que se volverán a calentar en horno de microondas.

4.2.5.4.15 Polimetil-penteno (TPX)

Copolímeros metil-penteno. Tiene la densidad más baja (0.83g/cm^3) de todos los polímeros comercializados para el envasado, a su vez es un plástico caro, resistente al calor (200 grados centígrados) tiene buena resistencia química, es transparente y brillante. Su uso principal dentro de la industria de alimentos es como recubrimiento de cartón en bandejas y envases para pan, pasteles, y otros productos que se calientan dentro del envase.

4.2.5.4.16 Polímero de nitrilo

Polímero formado por copolímeros del acrilonitrilo. Se utiliza para la fabricación de otros plásticos, el polímero de nitrilo tiene buenas propiedades barrera para los gases y olores además tiene buena resistencia química. Se emplea para capas interiores de envases multicapa.

4.2.5.4.17 Fluoro polímeros

Son polímeros de alto rendimiento relacionados con el etileno donde algunos o todos los hidrógenos son remplazados por flúor. Este material tiene las mejores propiedades de barrera de vapor de agua de todos los polímeros utilizados en el envasado, también tiene buenas propiedades de barrera para los gases y es resistente a los productos químicos a bajas temperaturas. Es un buen sustituto de las láminas de aluminio con la ventaja que estas son transparentes, sellables por calor y puede ser termo formado, metalizado y esterilizado. Por lo mismo de sus ventajas es un producto caro.

4.2.5.4.18 Materiales celulósicos

Las películas que originalmente se empleaba en el envasado eran de celulosa regenerada. La fibra de la celulosa pura, obtenida de la madera, se disuelve y se regenera por extorsión, el producto generado por una serie de mecanismos se le llama celofán, que es un polímero de alto peso molecular. Este material tiene bajas propiedades barrera para el vapor de agua, por lo que se emplea en productos que deben perder agua (productos en polvo, leche, harinas, pasteles). Cuando está seca la película de celulosa es una buena barrera para el oxígeno. No es comúnmente usado en la actualidad a pesar que es un material biodegradable a menos que este se le complemente con revestimientos. No es un material termosellable.

4.2.5.4.19 Acetato de polivinilo (PVA)

Este es un material amorfo con buenas propiedades adhesivas usado principalmente por esta característica en el envasado de alimentos, es útil como un adhesivo disperso en agua para el laminado. La cantidad de variables posibles hacen de los polímeros una clase importante al ampliar sus posibilidades de empleo en el envasado de alimentos. ⁽¹⁰⁾

4.2.5.4.20 Laminados

El uso de laminados se ha debido a que las películas simples no pueden satisfacer del todo las exigencias del envasado pues no ofrecen propiedades de barrera ideales, “el desarrollo de películas plásticas laminadas y copolímeros están consiguiendo una lenta incorporación del nivel competitivo con respecto a recipientes metálicos y vidrio”.⁽¹¹⁾ Producir materiales de envasado que reúnan combinadas ciertas propiedades, como la fuerza del papel, la capacidad de los plásticos de cerrarse térmicamente y las características de impermeabilidad de aluminio pueden emplearse multicapas o laminados de estos materiales formando hasta ocho o diez capas diferentes.

La laminación es una técnica por la cual las películas se unen dando lugar a una película con las propiedades constituyentes de cada una de sus capas. Seleccionando las materias primas de una determinada calidad y combinándolas, se pueden obtener películas para aplicaciones específicas. Cada una de las capas del laminado resultante puede mostrar propiedades diferentes a las de su estado libre. El laminado de materiales diversos puede llevarse a cabo mediante varios procesos como soldadura con un adhesivo húmedo, soldadura en seco con adhesivos termoplásticos, laminado por fusión en caliente eso es posible cuando ambas partes son termoplásticas y finalmente por técnicas de extrusión especiales o una técnica mas nueva es la de coextrusión que obliga a pasar simultáneamente dos o más plásticos fundidos desde sus extrusionadoras produciendo al final una película de multicapas.

Las **coextrusiones** consisten de dos o más plásticos fundidos, los materiales coextruidos en los empaques ayudan a conservar y aumentar la vida de anaquel de los productos empacados la preocupación de aumentar la vida anaquel de ciertos alimentos envasados en plástico ha encontrado respuesta de las botellas y tarros multicapa por ej. El polipropileno con etileno alcohol vinílico (EVOH) este material reduce dramáticamente el paso de los gases entre ellos el oxígeno, lo que ha resultado de gran utilidad para el envasado de cátsup, mayonesa, ensaladas y alimentos con ácidos fuertes. “Se han producido estructuras de 3, 5 y 7 capas con

una tecnología de coextrusión multicapas proporcionando ventajas ante las películas sencillas y laminaciones”⁽¹⁴⁾.

4.2.5.4.21 Revestimientos

Los revestimientos son capas que se aplican sobre las películas de plástico para mejorar su sellado por calor y sus propiedades de barrera. La aplicación de estas capas se suele hacer mediante un cilindro, consiguiendo capas de un peso de 6 g/m². Existen revestimientos metalizados (aluminio) o ya sea de plástico.

4.2.5.5 Empleo de los plásticos en el envasado de alimentos

Los plásticos se utilizan para diferentes propósitos en la industria alimenticia, entre ellos se encuentran: La fabricación de envases, cierres, recubrimientos, láminas, bolsas, bandejas y es posible utilizarlos en combinación con otros materiales de envasado por ejemplo con los metales donde se usan como recubiertas, con el papel, se usan para la resistencia a la humedad y al unirse con el vidrio reduce las roturas de botellas, también aplica en la construcción de equipos para el proceso de alimentos.

Los plásticos se utilizan en el envasado de alimentos por que ofrecen una gran gama de posibilidades en cuanto formas de presentación, dureza, flexibilidad, color, termo resistencia. Cada plástico tiene su propias características, dependiendo de su forma de fabricación y de utilización, los plásticos se escogen en función del las necesidades de envasado, almacenamiento y distribución, es importante tomar en cuenta las características del alimento o bebida, pues de esto depende que desarrollen un buen papel. Por su uso son muy versátiles y puede dársele una apariencia muy llamativa, es uno de los materiales favoritos en su uso para alimentos, esto se puede lograr con colorantes, impresos, decorados o etiquetados de diversas formas, algunos plásticos son transparentes (con grados de transparencia).^(22, 10, 5)

Su uso también puede ser empleado para almacenar y distribuir alimentos a granel con contenedores a granel de capacidad media. Existe un sin fin de productos los cuales ya hemos mencionado algunos: productos para bebé, gaseosas, líquidos, aceites, alimentos en polvo como la leche, y el café, los productos cárnicos, un sinfín de productos los cuales pueden ser envasados con este tipo de material. ⁽¹⁴⁾

Las principales razones por las que los plásticos se utilizan en el envasado de alimentos son:

- Protegen bien a los alimentos.
- Se integran bien en los procesos de elaboración de los alimentos y bebidas.
- No interactúan con el producto a menos que no sea empleado correctamente.
- Son de un peso relativamente ligero.
- No se rompen con facilidad.
- Al romperse, no producen astillas.
- Se puede conseguir una gran variedad de envases en cuanto forma, tamaño, estructura, diseño, ofreciendo una presentación atractiva para los alimentos.

El uso del plástico es muy amplio de esta manera así tenemos:

- ✓ Envases rígidos de plástico para formar bolsas, saquitos, tapas termosellables.
- ✓ Plásticos combinados con papel y cartón, en capas súper puestas para el envasado de líquidos (llamados envases de cartón, tales como el tetra Brik).
- ✓ Plásticos expandidos con propiedades aislantes, rígidos y capaces de aguantar la compresión (para productos congelados y refrigerados).
- ✓ Tapas y roscas de plástico para el cierre de envases.
- ✓ Diafragmas en tarros de cristal o plástico para proteger el producto con precinta.
- ✓ Bandas de plástico que actúan como precintos en los envases, para comprobar no han sido abiertos.
- ✓ Dispositivos de dispensación.
- ✓ Plásticos para agrupar envases individuales y formar un multienlace.

- ✓ Películas de plástico extensible o inextensible.
- ✓ Plásticos que se usan como etiquetas para botellas y tarros.
- ✓ Plásticos como componentes de revestimientos, aditivos y tintas.

4.2.5.5.1 Método de fabricación de los envases del plástico

Debido a la diversidad de plásticos y sus múltiples usos existen diferentes técnicas para su formación aquí mencionaremos simplificado su proceso primeramente los envases duros, después se hará mención de envases/empaques flexibles. ⁽²²⁾

- **Moldeo por soplado:** Muchos de los plásticos adquieren su forma a través de este proceso denominado moldeo por soplado. Mediante el cual se producen objetos huecos en una sola operación, aplicándose principalmente en la fabricación de botellas de plástico. El proceso consiste en un tubo de plástico caliente es inflado sobre un molde frío. La forma final presenta un cuello delgado ideal para muchas de las aplicaciones del envasado. El tubo de plástico se obtiene por extrusión del plástico a temperatura y presión elevada.
- **Moldeo por inyección:** Se realiza mediante la inyección a alta presión directa del plástico fundido en el espacio comprendido entre dos matrices. Una vez enfriado el plástico se separan las matrices para permitir que el producto adquiriera su forma final. Este método se utiliza principalmente para objetos sólidos como tapones, cierres, y si estos necesitan ser elaborados con mayor precisión.
- **Termo formado:** Muchos de los recipientes de plásticos se fabrican mediante termo formado. Este comprende el calentamiento de la lámina de plástico, este debe ser calentado a un intervalo donde las láminas presentan mejores características de elasticidad, hasta conseguir su ablandamiento, a continuación se presiona a darles forma por estampación entre dos moldes fríos. Los plásticos moldeados deben cumplir un requisito que se exige cada vez más, el de ser aptos para su utilización en microondas, es decir, tener una temperatura de reblandecimiento superior a 100 °C.

4.2.5.6 Películas flexibles

Existen diferentes tipos de obtención o fabricación de las películas flexibles, según el uso que se le dará a estas, a continuación se describen estos procesos.

- **Extrusión:** Este proceso continuo es destinado para películas plásticas, donde la materia prima es la resina, esta se suministra normalmente en forma de gránulos. El primer paso se enfoca en pasar los gránulos de polímero sólido a un estado líquido por medio de una máquina de extrusión el plástico se funde por una combinación de alta presión, fricción y calor aplicado externamente. Esto se consigue forzando los gránulos al pasarlos por un tambor giratorio de extrusor utilizando un tornillo de diseño especial que va avanzando y fundiendo los gránulos con el calor para polímeros bajo condiciones controladas que aseguran la producción de una masa fundida homogénea antes de la extrusión. Después de este paso al fundido se le hace pasar por una estrecha abertura (boquilla de extrusión) pasando después a un cilindro de enfriamiento.

Existe un proceso tubular o soplado, donde el plástico fundido es extrusión en régimen continuo a través de una boquilla para la fabricación de películas la boquilla de la extrusora es redonda, a extrusión para películas flexibles puede hacerse por medio de rodillos en forma de anillos circulares, En ambos procesos, el polímero fundido se enfría rápidamente, con lo que se solidifica produciendo una película que se bobina y corta.

Para mejorar sus propiedades de resistencia y barrera, las películas se pueden estirar o reorientar las moléculas tanto en la dirección de la máquina como transversalmente. Cuando una película plástica por soplado, la orientación se da en una sola dirección se denomina mono-orientada. Cuando se estira la película en ambas direcciones se llama biaxialmente orientada. Esto se hace debido a que las moléculas se aprietan unas contra otras, se consiguen propiedades barrera mejores (al agua y vapores). Este proceso también aumenta la resistencia de la película.

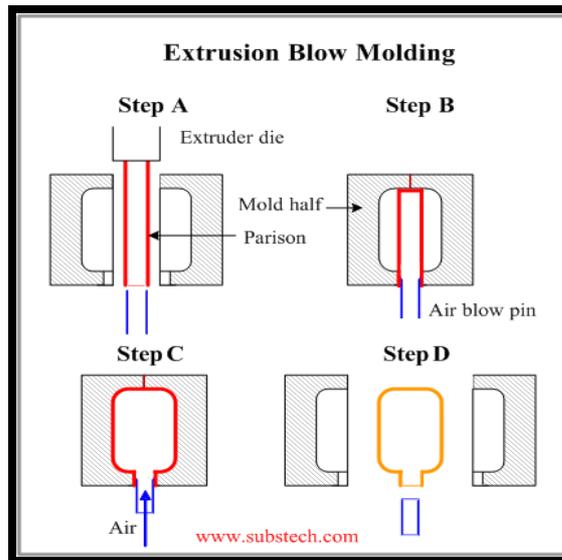


Figura 8. Imágenes de extrusión y soplado para formar envase de plástico.

- **Colada:** Para la colada de películas se emplean principalmente soluciones de derivados celulósicos. La solución se cuela a partir de un recipiente de almacenaje pasándola a través de una rendija estrecha y larga sobre un cilindro de acero en rotación, donde se forma una película uniforme: en posteriores estaciones calefactoras se eliminan por evaporación de los disolventes contenidos de la película. Las películas coladas con disolventes tienen muy buena transparencia y poseen superficie lisa, brillante y caras paralelas.

4.2.5.7 Propiedades de barrera de los plásticos

El uso de materiales plásticos en el envasado de alimentos es una práctica extendida y suficientemente segura para no causar problemas graves de consumo, sin embargo, se puede detectar preocupación por el consumidor por la propaganda que se ha realizado de la migración de compuestos hacia el alimento. A continuación se hará mención de ciertas propiedades de barrera de los productos plásticos.

a) Migración de compuestos del envase a los alimentos

La migración de compuestos del envase al alimento se debe al contacto directo entre ambos. Esto puede dar lugar a que el alimento absorba o reaccione con componentes del envase, en algunos casos esto puede usarse de forma favorable para el fabricante y el consumidor, si las sustancias que pasan tienen un efecto conservante. Esto es lo que se llama “envasado activo”. Pero si las sustancias que migran son perjudiciales, peligran la seguridad y la vida útil del producto tanto como la seguridad del consumidor. Por ello es importante que se determine que materiales pueden entrar en contacto con el producto.

La gran utilización de materiales poliméricos en los envases, ha hecho que aumente la preocupación por la migración de compuestos indeseables a los alimentos. Este fenómeno puede afectar a la calidad y la seguridad ⁽⁵⁾. La preocupación se centra en la presencia de monómeros residuales que no llegaron a reaccionar durante la polimerización y de aditivos plásticos (disolventes, plastificadores, etc.) presentes en el envase en contacto con el producto. Un material plástico moderno puede tener muchos constituyentes, y todos son potencialmente peligrosos para la calidad y/o seguridad de los alimentos, si los materiales citados están mal diseñados o si se producen errores en su proceso de fabricación. ⁽⁵⁾ Es importante que la formulación de los materiales plásticos en contacto con alimentos se diseñe de forma que el proceso de polimerización sea lo más completo posible.

Un dato a tomar en cuenta para evitar la migración de componentes hacia el alimento y viceversa dentro de los materiales plásticos es analizar y determinar el uso que se le va a dar así como el tiempo y tipo de alimento que va a contener, en el

caso de plásticos utilizados para uso de microondas determinar a cual temperatura y tiempo puede estar este expuesto sin que se altere o llegue a puntos de migración fuera de los de la ley. Los niveles de migración aumentan con:

- Tiempo de contacto entre el alimento y la película o plástico.
- Temperatura alcanzada en el proceso.

En algunos casos influye la constitución del alimento, se ha demostrado que la migración de componentes puede ser alta cuando el alimento es muy graso en la superficie de contacto ⁽⁵⁾ por ej. En el caso del chocolate.

También la migración de componentes puede estar constituida por elementos externos al contacto directo como el caso de las tintas de impresión que pueden tener la capacidad de penetrar la lamina de plástico y llegar al alimento ⁽¹⁵⁾. Los adhesivos utilizados normalmente en los envases para alimentos también pueden ser un objeto de migración de componentes.

Los envases asépticos no son la excepción a este tipo de migraciones, la posibilidad de que se produzcan interacciones no es nula ya que está constituida por laminados multicapas constituidos con combinaciones de materiales poliméricos y no poliméricos para conseguir las propiedades buscadas para el envase. La presencia numerosa de componentes, y de adhesivos para unirlos, puede incrementar el número de problemas, dificultando la identificación de las causas.

Dentro de otros materiales que presentan migraciones encontramos al papel y el cartón, pero estas con menor incidencia pues su composición es menos compleja que los plásticos y presenta menor posibilidad de migración. Los recubrimientos lacados en las latas también presentan problemas de migración.

b) Factores que afectan la migración de materiales en contacto con los alimentos

La extensión de la migración de los materiales de los envases hacia los alimentos depende de varios factores. Obviamente, cuanto mayor sea la cantidad de migrantes presentes en los envases mayor será el riesgo. El grado de contacto entre el alimento y el envase también tiene una influencia directa sobre la migración. En muchos casos, cuando se presentan problemas, es necesario proteger al alimento del contacto directo de una superficie. Como la migración es un proceso que suele ocurrir de forma gradual, se debe tener en cuenta el periodo de tiempo durante el cual el alimento y el envase están en contacto, es por ello que es menos preocupante la migración en el contacto de un producto de corta vida útil y perecedero que aquel que va estar en almacén por meses.

Los factores intrínsecos de un alimento son importantes en lo que a los fenómenos de migración se refiere. Cuando un migrante pasa del envase a un alimento, disminuye progresivamente su concentración en el envase y aumenta en el alimento. Otro factor que es necesario mencionar y se cree que también es causa de migración de componentes hacia el alimento, es el mal uso del envase por el consumidor, por ejemplo, las bandejas de la carne algunos consumidores sin tanto conocimiento las meten al microondas para calentar algo cuando estas no son utilizadas de esta manera y se incrementa y potencializa la migración de componentes al alimento.⁽²⁵⁾

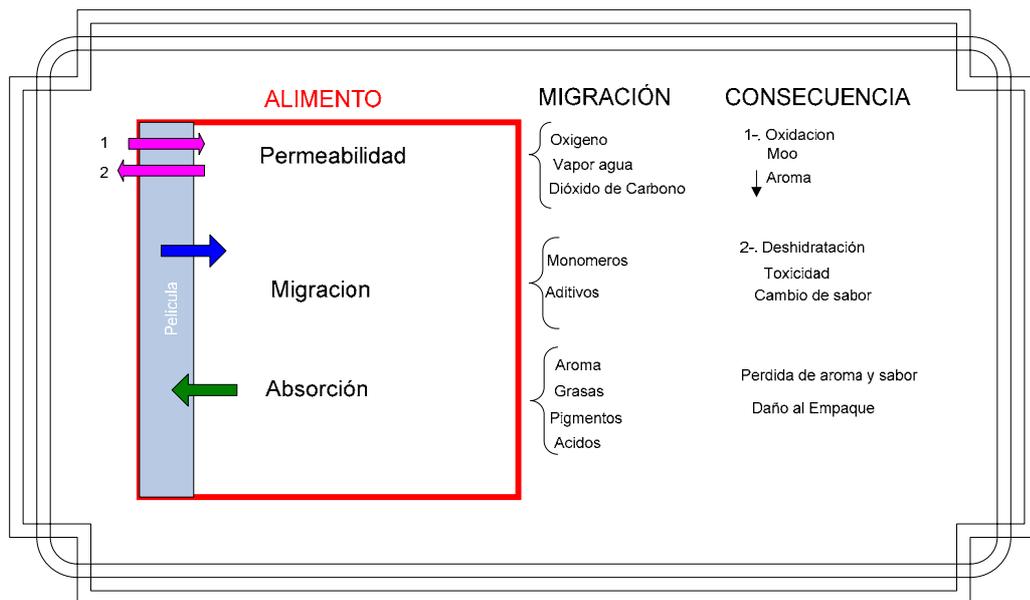


Figura 9. Interacción alimento, película y medio ambiente

c) Métodos para control de migración

Existen métodos para el control de la migración de componentes que están basados primordialmente en pruebas sensoriales de productos, este método es el más común y se emplea para ver si el contacto con el envase ha afectado al sabor o al olor del producto la ventaja al empleo de este método es; que es fácil de reunir a un panel de catadores y los datos que se obtienen de la cata son de gran importancia para el fabricante del envase como del producto, ya que los catadores utilizan los mismos sentidos que el consumidor real, pero en cuanto a su punto desventaja de uso es que a pesar que se encuentre un problema sensorial, el catador no es capaz de detectar el problema de raíz. Y es por ello que se utiliza el segundo método que es por medio de un análisis químico instrumental por medio de métodos cromatográficos donde se puede identificar diferencias entre una muestra referencia y otra donde se sospechan problemas migratorios. Este método nos puede dar una información detallada sobre problemas producidos por monómeros o residuos de disolventes, por presencia de impurezas, por niveles altos de plastificantes. ^(10,5)

Dada la controversia de la migración de componentes ya se han establecido leyes que determinan la cantidad de migración segura de centenares de compuestos que se encuentran en contacto con alimento.

d) Permeabilidad de los Plásticos

La permeabilidad o paso a través de una película es un proceso de tres partes:

- Disolución/adsorción del producto (gas o vapor) en la superficie del polímero.
- Migración/difusión del producto dentro del polímero.
- Aparición/des adsorción del producto en la superficie opuesta del polímero.

Estos procesos de absorción y paso dependen de la solubilidad del gas o vapor. Cuanto mayor es la similitud entre el penetrante y el penetrado, mayor es la penetración.

En la práctica la película puede estar compuesta por más de un polímero, y puede presentar irregularidades (revestimiento, agujeros, variaciones en la estructura, grado de cristanilidad). Existen también otros factores importantes:

- Tamaño, forma y polaridad de la molécula penetrante.
- Condiciones ambientales.

La permeabilidad de las películas plásticas a la humedad y los gases (oxígeno, CO₂, N₂) se mide con métodos estandarizados. El oxígeno puede provocar rancidez en los alimentos grasos. El vapor de agua puede provocar pérdidas de textura. La pérdida de agua en un alimento produce deshidratación y pérdida de peso.

4.2.6 Envasado tetrapack en la industria de alimentos

El fundador de Tetra Pak fue Rubén Rausing, quien junto con Erik Akerlund fundó en Suecia la primera fábrica de los países especializados en embalajes. Con el tiempo Arkerlund & Rausing, se convertiría en una de las fabricas más importantes de Europa. Dentro de esta empresa se dieron los primeros pasos para desarrollar un envase revolucionario.

El primer envase en forma de tetraedro apareció en el mercado en 1952, llamo mucho la atención debido a su forma poco convencional; el tetra pak, ha desarrollado un sistema de envasado que permite conservar los productos largo tiempo sin congelación. Después de un calentamiento muy rápido (UHT ultra alta temperatura) consiste en un choque térmico muy rápido, la temperatura se eleva a 145-150 grados centígrados. Donde se mantiene así por unos 4 segundos, y se enfría rápidamente, el envasado consiste en un sistema cerrado: en condiciones estériles, el producto mantendrá su sabor y valor nutritivo sin necesidad de refrigerar hasta abierto el producto. Es por ello que también es llamado: “Envasado Aséptico, pues ya que al tener una esterilización del alimento y el material de envasado, que se combinan las condiciones ambientales estériles”.⁽¹³⁾

4.2.6.1 Características del envasado aséptico

Los materiales usados para este tipo de envasado van a depender y variar de acuerdo a las necesidades de cada producto pero se utilizan productos como el polietileno o películas plásticas, papel o cartón, hoja de aluminio los cuales cada uno tiene una función específica; el papel le da consistencia al envase, el plástico le da hermeticidad con respecto a los líquidos, el aluminio impide la penetración de la luz y del oxígeno, ya que permite el sellado por inducción desde el interior. Dentro del envase, el polietileno es el único material que entra en contacto con el producto. Los laminados para este envasado, pueden ser elaborados por hasta 10 capas de diferentes materiales, estratégicamente diseñados, de manera que sean adecuados para proporcionar seguridad y protección al producto que contienen.

La composición del material sumado al procesamiento del alimento y a la tecnología de envasado asegura que los alimentos lleguen a los consumidores con sus propiedades intactas.

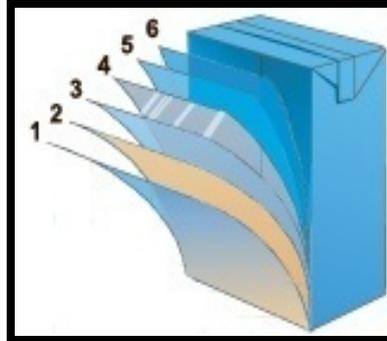


Figura 10. *Imagen de capas vistas de afuera hacia adentro en un envase Tetra Brik.* **1)** Polietileno contra humedad y polvo, **2)** Papel donde se forma la imagen del producto y le da rigidez, **3)** Polietileno sirve como adhesivo, **4)** Aluminio sirve como barrera de la luz y oxígeno, **5)** Polietileno adhesivo, **6)** Polietileno en contacto con el alimento y responsable del sellado longitudinal y transversal del envase. Fuente: Tetra pack Inc.

4.2.6.2 Ventajas del envasado aséptico y su uso dentro de la industria de alimentos

Entre las ventajas que presenta este tipo de envasado a comparación con otro tipo de envasado, fundamentalmente este tipo de envasados ofrece a las empresas alimenticias y a los consumidores la confiabilidad y la tranquilidad de que el alimento mantendrá intactas sus propiedades naturales sin necesidad de conservantes ni refrigeración, lo cual va a permitir que el alimento se conserve en temperatura ambiente y es muy útil en algunas partes del mundo donde no es factible hacer uso de la refrigeración como método de conservación. “Los productos asépticos tienen esa ventaja, compartida con los tratados térmicamente en botes o frascos, de poder almacenarse a temperatura ambiente” ⁽²⁾.

Desde el punto de vista logístico, gracias a su peso y su forma necesitan menos energía y espacio que otros envases para ser transportados, esto significa

menor costo en consumo de combustible. Otra ventaja es que son completamente reciclables por lo tanto este tipo de envase tiene un perfil medio ambiental sano, siendo seguros y eficientes en el uso de energía y recursos naturales.

Desde punto de vista mercadológico tiene sus ventajas ya que se pueden imprimir diseños metálicos en el exterior de el envase haciéndolo mucho más atractivo dándole más modernidad y dinamismo al producto.

Sus usos dentro de la industria puede variar y tenemos productos como leche, nata, bebidas de frutas, purés, jugos, agua mineral, vino de mesa, derivados de la soya, café, bebidas derivadas del café, tés, aceites comestibles, salsas, sopas, principalmente alimentos líquidos. Por sus condiciones asépticas se han usado en algunos hospitales para enfermos. ⁽⁵⁾

4.2.6.3 Tipos de envases Tetra Pak más usados en la industria de alimentos

- **Tetra Clásico:** Este es un tetraedro, que gracias a su forma requiere muy poco material.
- **Tetra Brik aséptico:** Tiene forma de ladrillo, su forma permite una distribución y almacenaje muy eficaz. Se ha convertido en el envase más usado en el mundo para productos tratados de larga duración.
- **Tetra Rex:** Se forma partiendo de cartonajes planos, se puede obtener con o sin techo inclinado.
- **Tetra Top:** Es lo nuevo, la parte superior tiene un polietileno que permite su apertura fácilmente y dándole un extra al envase, tiene su parte superior cuadrada.

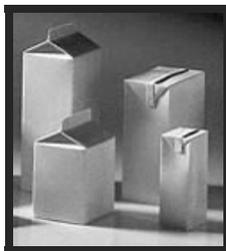


Figura 11. Imágenes de tipos de envases Tetra Pak.

4.3 Innovaciones dentro del envasado de alimentos

De acuerdo a las tendencias hacia el consumo de la población, el aumento de la esperanza media de vida, el aumento de hogares con una sola persona, a la vez la integración de la mujer al el trabajo, hogares formados por parejas jóvenes donde ambos trabajan, la globalización del mundo; están marcando las nuevas tendencias del consumo de alimentos y por ende sus envases.

En general todos estos avances y cambios están ayudando a que la población consumidora se encuentre mas involucrada e informada, por lo tanto el consumidor tiene mayor conocimiento en sus decisiones, se inclinan hacia alimentos seguros, sanos, frescos y a costo bajo. Como consecuencia de una vida acelerada y la falta del tiempo para la preparación de los alimentos han ocasionado una alta demanda de alimentos poco procesados que mantengan las características del producto original (como es el color, sabor, olor, textura) al igual que imiten el sabor al casero o lo más cercano a este. Hay que tomar en cuenta que aun después de envasado el producto se va deteriorando y perdiendo su calidad por medio de fenómenos como: la perdida de humedad o consistencia, invasión de oxígeno, perdida de sabor, indeseable absorción de olor, migración de componentes. ⁽⁸⁾ Al igual la calidad del producto a envasar va a determinarse de igual manera por los procesos de envasado, el material usado para envasar y si este se adapta a las cualidades y requerimientos del producto. ⁽⁸⁾

Todo esto ha desatado un reto para la industria de alimentos y del envasado es por ello que se tendrá que recurrir a la aplicación de nuevas tecnologías de conservación, procesado y envasado de los alimentos. Estos cambios van a proporcionar el diseño de nuevos envases, con la utilización de nuevos materiales y algunas modificaciones tecnológicas aplicables en productos tradicionales. Al igual proponer mejores presentaciones del producto como también en las proporciones de consumo y la preocupación hacia el medio ambiente.

4.3.1 Principales innovaciones técnicas de envasado

Las áreas de evolución del campo de los envases de alimentos, se dirigen a:

- Retener la integridad y activar la prevención de deterioro de alimento (vida útil).
- Aumentar los atributos del producto (sabor, olor, color, aroma).
- Responder activamente a los cambios en el producto por su ambiente.
- Comunicar la información del producto, la historia y condiciones de uso.
- Determinar cuando el producto ha sido violado o abierto.

Confirme la autenticidad del producto y contra robo ⁽²¹⁾.

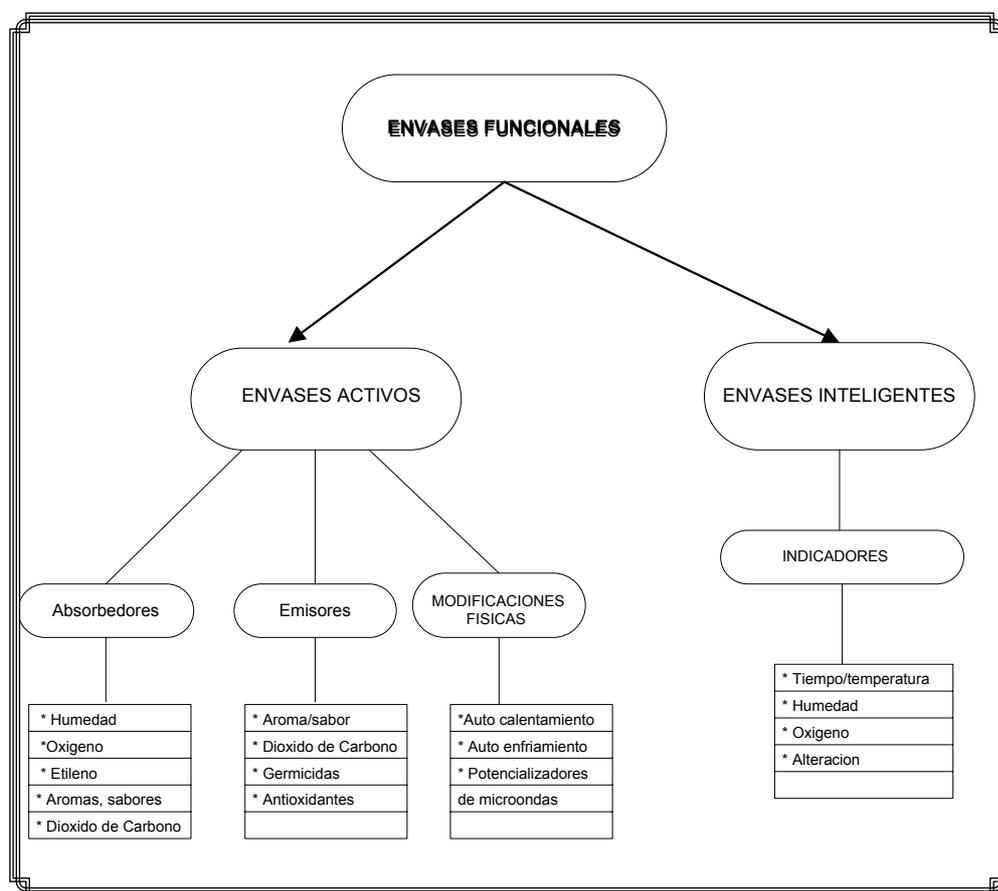


Figura 12. Esquema envases funcionales.

4.4 Envasado activo

Si logramos observar alrededor nos daremos cuenta que el envase perfecto se encuentra en la naturaleza, al observar las bananas y el huevo percibimos que ambos controlan todos los sistemas biológicos para su buen funcionamiento; el huevo en su caso permite la permeabilidad entre el ambiente y el contenido, al igual que la banana protege al alimento sin aislarlo del ambiente, permite su respiración y con un cambio de color podemos darnos cuenta de su estado de maduración. Gracias a estas observaciones se ha logrado el estudio y desarrollo de materiales imitando algunos patrones de productos naturales y plantas, para elaborar envasados más afín al alimento, esto permite el paso a nuevas tecnologías y un futuro prometedor de envases funcionales (activos, inteligentes).⁽¹⁸⁾

Típicamente el envasado común desempeña un papel pasivo, sirve para proteger los productos alimenticios del ambiente externo. Proporcionando una barrera física al deterioro externo y la contaminación y el abuso físico en el almacenamiento y la distribución. Hoy, el envasado más activamente contribuye al desarrollo del producto, controla la maduración, el envejecimiento, ayuda a conseguir el desarrollo adecuado, aumenta por consecuencia la vida útil.⁽¹³⁾

El término de envasado activo fue introducido por Labuza (1987), y fue definido como el envasado que ayuda a designar funciones no solamente de proporcionar barrera si no hacer uso de esta a favor del contenido (HOTCHKINGS). Existen numerosas definiciones de esta novedosa tecnología.

Los sistemas de envasado activo incrementan la seguridad, protección, comodidad y ayudan a una mejor distribución. Los sistemas activos extienden la vida anaquel de los productos contenidos manteniendo la calidad por mayor lapso de tiempo, aumenta la seguridad (patógenos y bioterrorismo) e incrementa la facilidad de el proceso, distribución, venta al detalle y consumo. Por mencionar algunos de los sistemas encontramos a: absorbedores de oxígeno, sistemas antimicrobianos, controladores de humedad, emisores de etileno, secuestradores de etileno, indicadores de tiempo temperatura etc.

Este tipo de sistemas novedosos esta aplicado en un sin número de productos y se está probando en otros tantos. Es importante indicar que todos los alimentos sufren un mismo mecanismo de deterioro, que debemos de comprender antes de aplicar el envasado activo. La vida comercial útil de un alimento envasado depende de muchos factores, unos proporcionado por el mismo alimento (acidez, actividad de agua, contenido de nutrientes, carga microbiológica, potencial de redox, velocidad de respiración, etc.) y otros extrínsecos (temperatura, humedad, compresión de la atmosfera que le rodea). Todos los factores afectan directamente a los mecanismos de deterioro del alimento (físicos, químicos, biológicos, microbiológicos) y a su vida útil. ⁽⁵⁾

“El envasado activo hace hincapié a la incorporación de ciertos aditivos al material del envase o en los envases, con el propósito de mantener y aumentar la vida comercial útil del producto” ⁽⁷⁾. Claro que para que esto tenga una acertada aplicación y se obtengan buenos resultados es necesario conocer al alimento a envasar y sus necesidades.

4.4.1 Historia y desarrollo de los sistemas activos

El campo del envasado ha venido desarrollando una gran serie de nichos del mercado debido a la serie de oportunidades que deriva. El enfoque a considerar presenta una gama de opciones de envasado que no son comúnmente usados por el momento (activo, inteligente).

Muchos de los descubrimientos son consecuencias de productos comerciales o investigación no publicada, y gracias a eso se han establecido nuevas líneas de investigación y desarrollo comercial. Veremos cómo paulatinamente ha evolucionado esta área.

“Las películas inteligentes fueron las primeras que se mencionaron en la literatura en 1986”. ⁽⁵⁾ La palabra inteligente tenía cierta conexión con las películas de selectividad utilizadas para las atmósferas modificadas. En 1989 por primera vez fue definido “envase inteligente” como aquel que ofrecería más que solo protección. Y de acuerdo con la autoridad el termino de envase inteligente fue asignado a

mediados de los años 1980's describiendo la estructuras de los envases como presuntamente posibles de presentar cambios en el ambiente interno con el externo otorgando un cambio como respuesta, después academias, investigadores anunciaron que este término no podía ser utilizado de esta manera, era incompleto lo que dio lugar al termino de "envase interactivo" poco después se le cambio a "envase activo" este término ha sido aceptado y en el 2000 y se definió por el Smart Packaging Journal como envases que tienen el uso de propiedades que van a incrementar la funcionalidad del producto, mecánico, electrónico, propiedades químicas y aumenta así mismo la seguridad y la eficiencia".^(16,7)

Se ha tratado de identificar los orígenes de este tipo de tecnología y lo único que se tiene de referencia como envase activo hasta ahora es que antiguamente los ancianos, "en China usaban el almidón como una película comestible y se deduce que ha sido el primer intento de lo que es una envase activo"⁽⁵⁾. Otros tantos creen que ese fue el principio de la película comestible.

Se ha afirmado que el comienzo más evidente de los envases activos ha sido el uso de latas de hojalata en 1810. Debido a que el estaño actúa como un ánodo de sacrificio, consume rápidamente cualquier residual en la lata y se disuelve para proteger la base de hierro.

Existen otros acontecimientos que solo se encontraron en literatura y patentes que pueden considerar como sistemas activos: entre ellos podemos nombrar la patente en 1938 un descubrimiento que describe el uso de hierro, zinc o magnesio para remover el oxígeno de el espacio en las latas lo cual dio lugar a otra patente "en 1943 en Inglaterra describiendo el desplazamiento de oxígeno de un contenedor por medio de la absorción de un metal (hierro) y este convierte el oxígeno en un oxido en un envase cerrado".⁽⁵⁾

También se hizo uso de un anti fúngico usado en la envoltura, acido ascórbico usado para un proceso natural de empackado del queso esto descubierto en 1954. Se considera que estos fueron los primeros empaques antimicrobianos.

El uso de enzimas en particular la glucosa oxidasa para remover el oxígeno se ha estudiado desde su patente en 1956. El concepto de utilizar e incorporar las enzimas a los sistemas de envasado ha sido descrito en 1956. La primera publicación del uso de paquetes o saquitos que contienen algún componente para remover el oxígeno aparece en 1961.

En 1973 investigaciones en la India publicaron detalles del uso de envolturas fungistáticas para extender la vida útil del alimento pero estas no llegaron a comercializarse.

Muchos de los descubrimientos antes mencionados no fueron comercializados, solo sirvieron como punto base para nuevos avances y tecnologías, entre ellas la de los saquitos a base de fierro para remover oxígeno que son ampliamente usadas en Japón hoy en día.

4.4.2 Definición de envase activo

Los alimentos han sido envasados por muchas variedades de materiales, su principal función es contener y proteger al alimento. En muchos casos existe un espacio dentro del envase y la composición de este espacio está compuesta por gases que son de vital influencia para la vida útil del producto, al igual también el material y el tipo de cerrado es elemental pues de él dependería la transferencia de gases.

Al observar los factores que alteran al alimento ya envasado (la presencia de oxígeno, el etileno, presencia de microorganismos, etc.) trata de erradicar o disminuirlos para extender la vida útil de su producto. Los envases activos se han desarrollado como una respuesta a problemas en la conservación de la calidad y la seguridad de los alimentos.

En resumen un sistema activo es capaz de usarse para remover un componente que no se desea (etileno), agregar un ingrediente deseado (aditivos),

prevenir el crecimiento microbiológico (antimicrobiano), cambiar la permeabilidad de gases, cambiar la condición física dentro de un envase (absorción de humedad). Resultado de las funciones del envase activo, se han denominado muchas definiciones entre ellas se encuentran las siguientes.

“El envase activo es aquel que cambia las condiciones del envasado para extender la vida útil del alimento así como mantener la seguridad, las características sensoriales mientras mantiene la calidad del producto”. (Vermeiren y colaboradores 1999)⁽¹⁶⁾.

Así mismo también se ha definido como “sistema en el cual el producto-envase-ambiente interactúa de manera positiva para extender la vida anaquel del producto e intensificar algunas características que no pueden ser logradas de otra manera” (Miltz y colaboradores 1995)⁽¹⁶⁾.

Los sistemas de envase activo involucran tanto cambios físicos, químicos, biológicos para poder lograr el objetivo e interactuar con el envase y el producto ya sea por medio del espacio en él o dentro de la matriz esto significa que el producto mejora mientras está almacenado en su envase.

4.4.3 Aplicación del compuesto activo en el alimento

En los últimos 20 años el crecimiento y desarrollo de muchos materiales nuevos y combinaciones de ellos se han extendido para volver activos los envases pasivos, por medio de tecnologías nuevas (por ej. nanotecnología) que se han incursionado para hacer uso de ellos en un futuro del envasado de alimentos.

El componente activo se puede aplicar en el *interior del envase* mediante pequeñas bolsas o sobres que contienen el principio activo, y que constituye el sistema más desarrollado y utilizado hasta el momento.

Elaborados con materiales permeables, que permite que el material activo realice su función y evitar que este entre en contacto con el alimento directamente.

Estos deben de ser resistentes a las roturas, es conveniente etiquetarlo con una nota donde se destaque que no es parte del producto para prevención de su consumo.

Alguna otra técnica es donde puede estar incluido en el material de envase se están desarrollando películas sintéticas y comestibles que contienen el principio activo en su estructura. Se basan en fenómenos deseables de migración, ya que ceden al producto envasado sustancias beneficiosas, como ventajas de este sistema se puede destacar que el principio activo entra en contacto con toda la superficie del producto, otra sería que el consumidor no encuentre ningún elemento extraño en el producto adquirido, Como desventaja podríamos mencionar que no se ha logrado la misma efectividad que proveen los saquitos.

Existen retos que superar pues ciertos compuestos inclusive no pueden ser adheridos en las películas del envase debido a su composición y susceptibilidad a ciertas circunstancias perdiendo efectividad como es el caso de las enzimas, aceites, antioxidantes, por mencionar algunos.

4.4.4 Ventajas del uso de envases activos

Algunas de las ventajas que nos ofrecen los envases activos en sus diferentes manifestaciones, son:⁽¹⁷⁾

- Capacidad de respuesta del envase frente a los cambios que en él se producen.
- Realización de operaciones como calentamientos, enfriamientos, o fermentaciones, que se pueden ya realizar dentro del mismo envase.
- Reducción del empleo de aditivos o conservantes, que recordemos inquietan al consumidor, pudiendo incorporarse en el mismo envase.

4.4.5 Sistemas de envasado activo

Existen muchos sistemas de envasado activo algunos de ellos no han recibido el apoyo comercial esperado pero con la esperanza que algún día estas tecnologías sean aplicadas y desarrolladas marcando al futuro.

Existen muchas aplicaciones de los sistemas activos, algunos de ellos han sido comercializados (Japón y Austria) y usados en la industria de alimentos: **los absorbedores de oxígeno** que principalmente ayuda a evitar la rancidez, e inhibe el crecimiento de bacterias, **absorbedores de dióxido de carbono** previene la acumulación de dióxido de carbono después de procesos de tostado de ciertos alimentos de esta manera el empaque no se infla, **liberadores de sistemas antimicrobianos** que su aplicación consiste principalmente en mantener la seguridad en cuanto al crecimiento microbiológico evitando el crecimiento de microorganismos patógenos así como también proteger al consumidor de el bioterrorismo, **controladores de humedad** este tipo de envase activo ayuda a mantener la calidad ya sea que no pierda la humedad o absorbiendo el exceso de humedad, **reguladores de etileno, secuestradores de etileno, emisores de etanol, eliminadores de olor y sabor**, al igual puede mantener el control de la temperatura, entre otros.^(18,7,5,8)

4.4.6 Clasificación de envases activos

La clasificación de estos sistemas de envasado son amplias y se pueden denominar de la siguiente manera:

1. Modifican la composición del espacio en el que se encuentra el alimento.

Los sistemas activos pueden ser clasificados en “*absorbedores*” y “*emisores*”. Los “*absorbedores*” eliminan sustancias no deseadas como oxígeno, exceso de agua, etileno, dióxido de carbono, olores, sabores, y otros componentes específicos en los alimentos. Los “*emisores*” aportan activamente al alimento envasado sustancias como dióxido de carbono, agua, antioxidantes o conservantes.

2. Actúan sobre la temperatura y comodidad.

Ambos tienen la finalidad de extender la vida útil y/o mejorar la calidad del alimento.

4.4.6.1 Secuestradores de oxígeno

La presencia del oxígeno puede perjudicar a los alimentos afectando su calidad y presentando fenómenos como: oxidación, enranciamiento, pérdida de color, cambio de sabor, susceptibilidad a ataques microbiológicos.⁽⁵⁾ Por eso es recomendable que los productos sensibles a este componente se envasen con un reducido contenido de oxígeno y minimizar de manera posible su exposición al oxígeno, pero aun así a veces el oxígeno puede hacerse presente en el momento del empaquetado o se encuentre ocluido en el alimento, e incluso por medio de pequeñas filtraciones por un cerrado no eficaz o simplemente la permeabilidad del material no sea la adecuada y permita su paso al interior dañando al producto.

Los absorbentes de oxígeno se componen de sustancias capaces de reaccionar químicamente con el oxígeno. Estos son rápidos al actuar, tienen una capacidad alta de interactuar con el oxígeno, capaz de eliminar grandes volúmenes de oxígeno y continuar haciéndolo siempre y cuando el secuestrador de oxígeno se encuentre presente⁽⁴⁾.

El crecimiento de este método destaca debido a que los métodos físicos de eliminación de oxígeno no siempre han dado resultados satisfactorios al hacer uso de estos siempre permanece un porcentaje de oxígeno que fluctúa alrededor del 0.2 - 0.3% e incluso puede llegar a ser un poco más si el alimento es poroso. Además, no pueden eliminarse las pequeñas cantidades de oxígeno que penetran a través de los plásticos que forman el envase durante el almacenamiento del producto, estas pequeñas cantidades de oxígeno son suficientes para causar un deterioro en el alimento o bebida. Es por ello que han captado la atención de los fabricantes de productos alimenticios como un método nuevo de envasado y auxiliar para retener la frescura de los alimentos.

Los sistemas **secuestradores de oxígeno** es el sistema más desarrollado dentro de los envases activos y han seguido dos líneas de investigación dependiendo de la sustancia a usar y el tipo de alimento en el cual se va emplear, estos pueden ir presentes en el material del envasado o ya sea insertado en el envase como un componente extra. Como elementos adicionales podemos destacar lo que son las estampillas, sacos, parches. La modificación de los materiales de envasados confieren la capacidad de incluir en películas simples o múltiples, o en los materiales para cerrado como corcho latas, tapones, el elemento secuestrador del oxígeno.

4.4.6.1.1 Historia

En la literatura más antigua se reconocen los esfuerzos de los científicos para conservar los alimentos mediante el empleo de absorbentes de oxígeno. En la década de los años veinte se desarrollo un método para eliminar el oxígeno de un contenedor mediante el empleo de sustancias que se oxidaban con facilidad (fierro, zinc, manganeso). En los años sesenta se comercializo otro método que nunca llego a tener popularidad, ya que consistió en introducir hidrógeno en el envase para provocar su reacción con el oxígeno utilizando un catalizador de paladio. Una de las compañías pioneras en este ámbito se cree que fue la American Can Company que trabajaba para la armada de los Estados Unidos de América (USA), utilizando sus métodos para el mantenimiento de productos secos. ⁽⁴⁾

En el año de 1969 ya se comercializaban en Japón secuestradores de oxígeno que utilizaban como componente principal sulfito de sodio hidratado. Pero estos absorbentes nunca llegaron a ser bien aceptados en el mercado porque durante su almacenamiento y distribución no mantenían suficientemente su estabilidad. Además presentaba algunos otros inconvenientes debidos a reacciones colaterales. Los secuestradores de oxígeno elaborados con componentes de sulfuro fueron remplazados por medio los de hierro, también esta forma ha sido utilizada en combinación con el ácido ascórbico para en las taparroschas. En 1977 la Mitsubishi Gas Chemical Company Inc. Introdujo en el mercado un absorbente de oxígeno con el nombre de AGELESS, compuesto de hierro en polvo, el desarrollo de este

concepto introdujo en el mercado diferentes tipos de productos como las estampas, sacos, tapas que aun se encuentran en uso iniciado un movimiento para la innovación de este tipo de productos en Europa y Japón. ^(4,3)

1995 Brody y Budny analizaron y discutieron el uso de la enzima oxidasa para el uso de remover el oxígeno dentro del envasado de alimentos. Una marca comercial decidió sacar al mercado el primer secuestrador de oxígeno incorporado por medio de enzimas puesto al mercado por la compañía Bioka.

“Dainelly (2003) reporto que cerca de 12 billones de unidades de secuestradores de oxígeno fueron vendidos en Japón a comparación de 300 000 unidades en USA”. ⁽⁸⁾ En respuesta del crecimiento tan acelerado de esta tecnología en Japón a comparación de otros países se debe a que en este país con mucha facilidad aceptan las innovaciones y por otro lado, el clima húmedo y caluroso de Japón durante varios meses conduce a un rápido deterioro de los alimentos por crecimiento de mohos.

Diferentes compañías como el caso de Multisorb Tecnologías en USA, sus productos absorbedores de oxígeno bajo la marca de FreshMax, FreshCard, se encuentran elaborados por medio de componentes de hierro. Y estos se pueden aplicar en el interior del envase o las paredes de los empaques de esta manera no se mueven de posición y permiten el acceso al espacio donde se encuentra el elemento a erradicar.

A pesar que el amplio crecimiento de los secuestradores de oxígeno incorporados al envase por medio de saquitos, plantillas, parches, ha sido de gran satisfacción para un amplio rango de alimentos y condiciones, existen un numero de limitaciones para su uso por ejemplo, no pueden ser usados para alimentos líquidos, y la preocupación que estos puedan ser ingeridos por el consumidor. Viendo las deficiencias de este tipo de empaque activo se trata de encontrar una mejora y ampliar el uso de este mismo concepto pero con un uso dentro del material del empaque usando este como el material de absorción de oxígeno. Afortunadamente

fue posible usar la misma tecnología de los saquitos absorbedores de oxígeno aun así con sus propios problemas. ⁽⁸⁾

1970 por Kuhn descubrió que el uso de paladio como catalizador es común en química orgánica. Su uso fue elaborado por un laminado tipo sándwich de alcohol de polivinilo y poliolefina ofreciendo un número de ventajas para el oxígeno en el espacio.

En 1990 varias compañías desarrollaron productos basados en componentes de hierro con polímeros de poliolefinas ⁽⁸⁾.

a) Efectos positivos de los secuestradores de oxígeno en los alimentos

Entre las principales ventajas que podemos mencionar al hacer uso de los secuestradores de oxígeno dentro del área alimenticia están:

- Eliminación del deterioro de las grasas y aceites.
- Eliminación de la decoloración de pigmentos.
- Eliminación de mohos.
- Eliminación del desarrollo de microorganismos aerobios.
- Impide el daño causado por insectos.
- Preservación de sabor y características propias del producto.
- Preservación de nutrientes sensibles a la oxígeno.
- Extensión de vida útil.

b) Efectividad de los secuestradores de oxígeno

Los requisitos en la selección del secuestrador de oxígeno para el envasado depende del tipo de alimento que va estar enfocado, en el tipo de protección de barrera necesita (figura 13) Principalmente ambos requisitos tienen que tomar en cuenta como afectarían los costos de la implementación y si la selección de un secuestrador es la más adaptada para resolver el problema.

La *protección de barrera* es más usada para productos, los cuales están envasados con materiales que son impermeables pero que pueden llegarse a filtrar

los componentes por medio de su cerradura permitiendo que el oxígeno entre, otro caso sería cuando el producto tiene un espacio de cabeza muy reducido pero aun es necesario el cuidado del ingreso del oxígeno para permitir su mantenimiento. En cambio el *espacio de cabeza* es beneficioso cuando incluso sí el empaque provee una alta barrera pero el oxígeno residual no fue removido a un nivel necesario y seguro, por ejemplo las bebidas como cerveza que tienen una estructura muy porosa, productos de panadería etc.^(5,8)

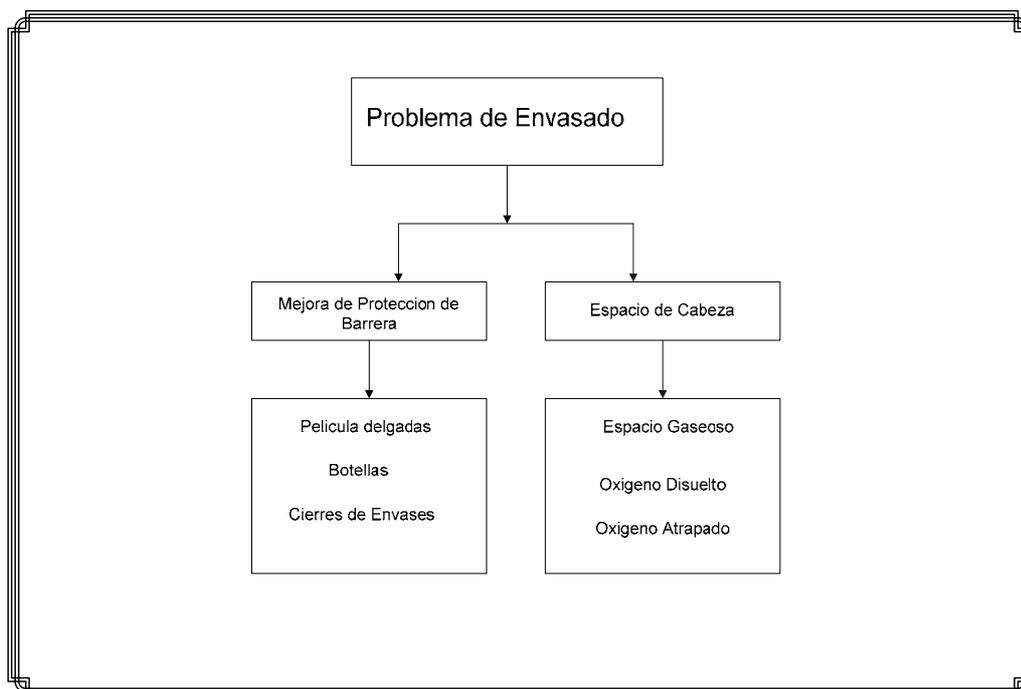


Figura 13. Papel de los secuestradores de oxígeno en el envasado de alimentos.

Fuente: Han. Jungh, 2005. "Innovations in Food Packaging" Monitoba, Canada. Editorial el Sevier Academic Press.

Saber cuál es el secuestrador de oxígeno mejor diseñado sería una buena manera de aumentar su eficiencia, al igual que tres condiciones que también ayudaran a sacar un mayor partido a estos absorbentes de oxígeno como:

- Los envases o las películas empleadas deben tener unas propiedades barreras elevadas para el oxígeno.
- El cierre debe ser totalmente hermético, para impedir que el aire invada el interior del envase a través de un cierre imperfecto.
- Debe seleccionarse el tipo y tamaño (capacidad) adecuados del absorbente para que absorba el oxígeno en el interior del envase durante el tiempo requerido.

4.4.6.1.2 Condiciones que debe cumplir un secuestrador de oxígeno

1.- Deben de ser inocuos para el organismo humano. Aunque los absorbentes de oxígeno no son alimentos ni aditivos alimentarios propiamente dichos, se introducen en los envases junto al alimento, por lo que siempre existe la posibilidad de que el consumidor lo adquiera por error.

2.- Deben provocar la absorción de oxígeno a una velocidad adecuada. Durante el proceso del envasado, los absorbentes están expuestos al aire durante un tiempo antes de ser introducidos en el envase junto al alimento. Si la velocidad de oxidación fuera demasiado rápida, el absorbente reaccionaría con el oxígeno del aire antes de concluir el envasado, lo que reduciría su capacidad de absorción cuando se necesite realmente. Por otra parte, si la velocidad de reacción fuera demasiado lenta, el alimento no estaría adecuadamente protegido de la acción del oxígeno.

3.- No deben producir reacciones colaterales desfavorables, ni liberar sustancias peligrosas o indeseables, ni generar olores.

4.- El absorbente debe ofrecer garantías de calidad uniforme. Siempre se debe suministrar con una calidad constante y deben almacenarse durante un cierto periodo de tiempo sin que pierdan su actividad.

5.- Deben ser compactos para que ocupen poco espacio y tener alta capacidad de absorción de oxígeno como ya se había mencionado anteriormente.

4.4.6.1.3 Sistemas secuestradores de oxígeno

A. Secuestradores de oxígeno incorporados al interior del envase

“En la actualidad, los absorbentes más empleados son los que se componen de hierro en polvo”.⁽³⁾ Podemos encontrar un amplio abanico de secuestradores algunos no han logrado apoderarse en el mercado y otros no han tenido tanto éxito, a pesar de eso mencionaremos aquellos que son más ampliamente conocidos como al igual que muchos de ellos son conocidos como secuestrantes de oxígeno no metálicos: elaborados por enzimas oxidativas como en el caso de glucosa oxidasa, ácido ascórbico, catecol, y hidrocarburos insaturados, compuestos ferrosos y sulfitos.

La característica más sobresaliente de los absorbentes de oxígeno es que puedan crear una atmósfera con una concentración de oxígeno baja, que prácticamente quede libre de ese gas, solo mediante su colocación en el interior de un envase que después se cierra de forma hermética. Además han de poder seguir absorbiendo el oxígeno que pueda penetrar a través del material del envase durante el tiempo que sea necesario. Si se utilizan materiales apropiados para fabricar el envase, la concentración de oxígeno en la atmósfera que rodea el alimento puede reducirse con los absorbentes de oxígeno a un valor menor de 0,0001%. En cambio “Al usar el método de atmósferas modificada se obtiene un valor de 0.2- 0.3 % de oxígeno residual, colocando en ventaja a los secuestradores de oxígeno”.⁽⁵⁾

El sistema de la aplicación de los secuestradores de oxígeno en el proceso de envasado es simple, no requiere equipo complejo y permite un alto rendimiento en la línea de envasado otras características importantes a destacar de los secuestradores de oxígeno incorporados a los envases es que son compuestos inocuos ya que no se mezclan directamente con el alimento ni se añaden a él y a pesar de esto, impiden

que el alimento se deteriore. Son rentables y ocupan poco espacio. Hay que elegir, entre las posibilidades que ofrecen los fabricantes de absorbentes de oxígeno, la que se adecue mejor al producto a envasar y a las condiciones a las que va a estar expuesto. También es necesario elegir el tamaño (capacidad) apropiado para que absorba el oxígeno que pueda existir en el interior del envase.

El desarrollo de los últimos años de etiquetas adhesivas secuestrantes que se pueden aplicar al interior del envase o sus paredes, ya sea que se pueden incorporar en los cierres de las botellas, las tapas o tapones, han logrado que esta técnica sea más aceptados por el consumidor y se pueda usar con mayor número de alimentos.

B) Sistema secuestrador de oxígeno usando sacos/parches

Este tipo de secuestradores de oxígeno fueron comercialmente desarrollados por la compañía Japonesa Mitsubishi Gas Chemical Company con el nombre de "Ageless" seguidas por esta hay más compañías que desarrollaron este sistema e implementado hasta 1980's en los USA y Europa.

Este sistema que hace uso de polvos de hierro como secuestrador de oxígeno es el más ampliamente conocido y comercialmente aceptado. El fundamento de la absorción de oxígeno radica en la oxidación del hierro. A continuación las reacciones que se producen por la oxidación del hierro y su efecto secuestrador de oxígeno.

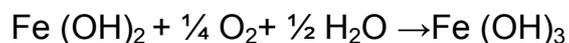
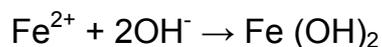
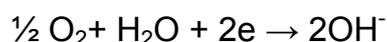


Fig. 14 Formula de acción del Fe con el oxígeno (3)

Como se puede observar en la fórmula, es necesaria la presencia de actividad de agua dentro del alimento o el envasado y esta debe de ser la suficiente puesto que esto va permitir que el Fe^+ desencadene la activación de la oxidación. Por

medio de los polvos de hierro es posible la reducción de oxígeno en el espacio de cabeza hasta 0.01%.

Existen disponibles en el mercado diferentes tamaños de absorbentes de oxígeno de acuerdo a las necesidades de los productos algunos con capacidad y habilidad de consumir de 20 a 2000 cc (centímetros cúbicos) de oxígeno.

Regularmente un gramo de Fe^+ reacciona con 300cc de oxígeno. Existen dos mecanismos por el cual se accionan la absorción de oxígeno en los secuestradores incorporados, una de ella es la presencia de humedad al existir esta empiezan a hacer su labor el secuestrador, y el otro mecanismo se basa en mantener los saquitos/láminas en un sistema nulo de oxígeno antes de su uso, tan pronto y se desee hacer uso de su función tienen que exponerse a un cambio de atmósfera donde empieza a reaccionar inmediatamente realizando su objetivo “absorber el oxígeno del espacio”.

Existen varias condiciones que son necesarias tomar en cuenta al adquirir un secuestrador de oxígeno, como la cantidad a utilizar, la naturaleza del alimento, la actividad de agua, el oxígeno disuelto dentro del alimento o la bebida, la cantidad inicial de oxígeno disperso en el espacio de cabeza y la permeabilidad que tiene el material para con el gas.

Dentro de las desventajas de su uso encontramos la posible ingestión accidental de estos saquitos con su contenido ocasionando preocupación por el consumidor en resultado a esto se ha limitado comercialmente. Como quiera la ingestión de estos saquitos no resulta un problema adverso ya que típicamente los saquitos contienen alrededor de 7 g de Hierro y la cantidad en la cual causaría un problema serio de salud sería con una cantidad de 16g/kg de peso. Esto nos haría pensar que 7 g de hierro representaría un 0.1 g/kg para una persona de 70 kg ósea 160 veces menos de la dosis letal para un adulto. Sin embargo, la tecnología ha sido respaldada por el Ministerio de Salud Japonés y en USA está amparado por la Food and Drug Administration (FDA) y U.S. Department of Agriculture (USDA). Aun así hay que tomar precauciones y se les pide a los favorecidos de esta tecnología marcar estos saquitos con la leyenda de “No comestible” para evitar su consumo. ^(4,8)

Otra característica que torna esta tecnología un poco desventajosa sería que no es posible usar los sacos de polvos de hierro en líneas de empaclado que tengan detectores de metales pues este se activaría. Es por ello que se empieza a investigar otro tipo de absorbedores no metálicos.



Figura 15. Alimentos con secuestradores de oxígeno en su interior.

C) Secuestrador de oxígeno principio activo ácido ascórbico

Los secuestradores de oxígeno basados en ácido ascórbico y derivados, son los segundos comercialmente hablando más importantes dentro del campo de los alimentos. El ácido ascórbico es un compuesto formado por seis carbonos, relativamente es un compuesto pesado, es requerido para poder reaccionar con el oxígeno. Algunos dicen que la reacción por la cual se desencadena el ácido ascórbico como secuestrador, se cree que es por una reacción de oxidación y otros lo ven más como una transferencia de hidrógenos, al final de cuentas el ácido ascórbico reacciona y elimina el oxígeno de la atmósfera que se encuentre.

Algunas entidades han desarrollado productos a base de ácido ascórbico que se complementa bien su uso con el dióxido de carbono y este se ha aplicado en productos tostados como lo son el café o el pan, Grace's Daraform compañía que incorpora los secuestradores de oxígeno basados en ácido ascórbico en las botellas plásticas o sus cerraduras.

Estos avances se han llevado a cabo para extender la vida útil de un producto y se ha aplicado en el mercado de cervecera y productos para bebe.

D) Secuestrador de oxígeno principio activo sulfitos

Los sulfitos y sus análogos han sido utilizados como secuestradores de oxígeno por décadas. La primera industria que patentó su uso fue Carnation Company (USA), que describió el uso de sales de sulfito con el sulfato formando un secuestrador de oxígeno. El sulfito de sodio y sus demás componentes colocados en un saquito, demostraron que podían remover la cantidad alrededor de 8.5 cc de oxígeno en 5 horas. Si esta mezcla se incorporaba a una lámina plástica las partículas podían tener el contacto directo con el alimento sin la necesidad de aplicar agua pues ya estaban directamente en contacto.

Yoshikawa demostró que un sulfito similar podía remover 13 cc en 10 horas. Los promotores para este efecto fueron metales como el cobre, aluminio, cromo, níquel, cobalto, paladio, platino. Y se vendió la idea para la prevención de oxidación de ácidos grasos, aplicada en productos como aceites, comida seca, comida fresca, cruda de todo tipo de categorías. “El uso de bisulfitos en saquitos fueron incorporados para el consumo de oxígeno también y se usaban para productos deshidratados como el huevo, la leche, la harina de papa, nueces, aceite comestible”⁽⁴⁾.

Poco a poco se fue incorporando el uso de los sulfitos, bisulfitos, metabisulfitos o hidrosulfitos para la incorporación en el material de empaques o envases uno de los más estudiados es el dióxido de sulfuro en la incorporación de el corcho para productos como vino teniendo un resultado favorable, utilizado en envases de vidrio para vino.^(4,3)

E) Secuestrador de oxígeno basado en enzimas

Las enzimas son biológicamente catalizadoras aceleran las reacciones bioquímicas. Para el uso dentro del envasado, las enzimas van a estar incorporadas

en la estructura del envase de manera inmovilizada de manera que interactúe con el sustrato. El secuestrador de oxígeno elaborado de enzima más utilizado dentro de la industria alimentaria se basa en la composición de glucosa oxidasa/catalasa. Algunas de sus aplicaciones en alimentos se aplican en queso, mantequilla y comida congelada.

F) Secuestrador de oxígeno ácidos insaturados e hidrocarburos

El uso de los aceites de linaza (altamente insaturado) como componente para absorber el oxígeno presente en el empaque fue en 1978. Los glicéridos altamente insaturados fueron incorporados en una esponja plástica de manera que protegiera el contenido (ácido insaturado) pero a su vez permitiera el paso de gases. Más adelante se describe el uso de ácidos insaturados o insaturados, hidrocarburo como moléculas que reaccionan con el oxígeno. Estos componentes fueron destacados con muy alta capacidad de reacción en periodos prolongados. Los componentes más utilizados dentro de los secuestradores de oxígeno fueron: Isopreno, butadieno, ácido oleico, linoleico, ácido araquidónico.

G) Secuestradores de oxígeno en el material de envasado

Una de las tecnologías alternativas para la eliminación de oxígeno es la incorporación de producto activo dentro del material de envasado. Esta innovación ha crecido mucho en los últimos 25 años creando curiosidad por un descubrimiento de un pequeño sector pero bastante rápido.

Así mismo esto beneficia en muchos aspectos y trata de superar a los saquitos con material secuestrante, los polímeros utilizados para la incorporación del producto activo, son versátiles, moldeables, es posible mezclar con su composición el material de capacidad de absorción de gas y va a depender de la composición del material al igual que su grueso. Sin embargo, una de las mayores limitaciones para su adopción a larga escala es que la capacidad y el tiempo de la absorción del oxígeno es mucho más lento y menor en comparación con los saquitos absorbedores de oxígeno. Un adicional reto es que las laminas poliméricas deben de estar

estables ante la presencia de oxígeno hasta que se les active de cierta manera su función. ⁽⁷⁾

Las propiedades secuestradoras de oxígeno de estos plásticos permanecen inactivas hasta que son activadas por un estímulo apropiado, lo que pueden ser sometidas a los procesos tradicionales de fabricación de materiales para envases, tales como películas, láminas, revestimientos adhesivos, lacas y cierres. En estos materiales plásticos las propiedades secuestrantes deben ser activados mediante luz ultravioleta, o una elevada humedad, estos han sido una de las aproximaciones mas adoptadas. ⁽⁷⁾

En USA y Australia se comercializa un polímero de varias capas (Multilaminado) dentro del cual se encuentra en una de las láminas el secuestrador de oxígeno el cual ha funcionado de manera muy beneficiaria ya que elimina el oxígeno en el espacio y a la vez no permite que entre más oxígeno por medio del empaque. La ventaja dentro de este tipo de envasado es que se puede usar el polímero usual de grado alimentario para poder elaborar recubrimientos, botes, películas, adhesivos, lacas, cerraduras. Y así poder mantener al producto con mayor protección. ^(5,7)

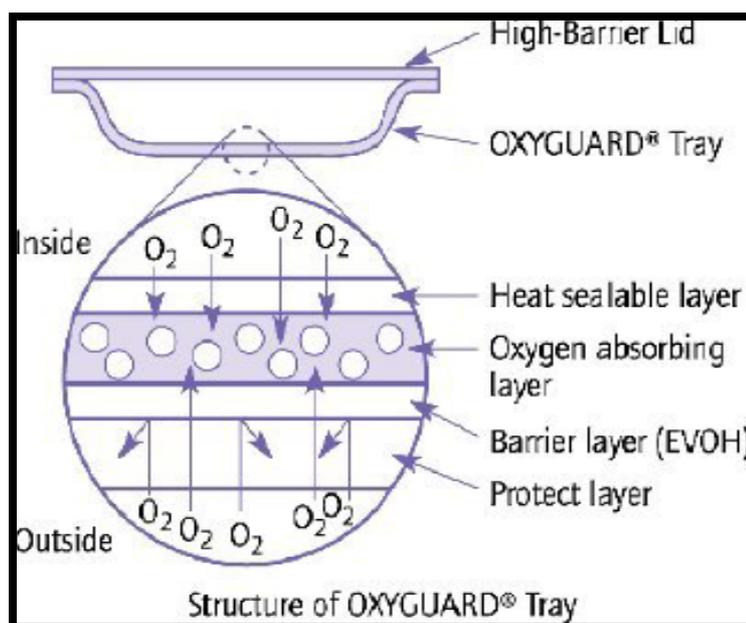


Figura 16. Estructura de la bandeja OXYGUARD TM. (Cortesía de Toyo Seikan Kaisha Ltd). ⁽¹⁵⁾

4.4.7 Aplicaciones de los sistemas secuestradores de oxígeno en la industria de alimentos

Como ya se menciona anteriormente podemos observar todos los beneficios que pueden derivarse de el uso de los secuestradores de oxígeno para con los alimentos. Los efectos del oxígeno en los alimentos tienen su nivel de acción y sensibilidad provocando que presenten características inaceptables (Tabla 3). Dentro de los alimentos que se han visto favorecidos por esta tecnología podemos mencionar la cerveza la cual es muy sensible a la oxidación por sus aceites, si no se toma medida preventiva para eliminar el oxígeno puede causar una pérdida de sabor. Al igual que la cerveza el pescado es otro de los productos que tienen una corta y limitada vida útil debido a la presencia de ácidos polisaturados y pueden presentar descoloración y rancidez si no se actúa eliminando el oxígeno.

Los beneficios que se pueden obtener por el uso de secuestradores de oxígeno contribuye a mantener las propiedades y condiciones en alimentos que contienen vitaminas o productos sensibles a la acción de oxígeno, por ejemplo los jugos.

“Mark and Spencer, fueron los primeros en utilizar las etiquetas adhesivas secuestradores de oxígeno utilizándolas para productos como carnes cocidas, curadas, productos avícolas” ⁽⁵⁾. Se están utilizando también en café, pizzas, panadería, pastas frescas, alimentos sólidos, tartas, galletas, pastas, frescas, pescado curado, té, leche en polvo, huevo en polvo, especias, hiervas, aperitivos, vinos, otras bebidas, quesos.

Tabla 3. Sensibilidad al oxígeno en algunos alimentos⁽⁸⁾

Alimento/bebida	Sustrato afectado por O₂	Velocidad de índice
Leche en polvo	Grasa	Lenta
Queso	Mohos	Lenta
Cerveza	Sabor	Moderada
Vino	Preservativos	Moderado
Jugo	Vitamina C	Rápido
Pescado	Aceite	Rápido

4.4.8. Sistema de secuestrador de etileno

“El etileno (C₂H₄) es una fitohormona naturalmente producida por los frutos en proceso de maduración, y por parte de cualquier tejido vegetal en respuesta al daño”⁽¹²⁾. Trabaja de forma positiva y negativa en productos frescos. Dentro de los efectos positivos puede catalizar el proceso de maduración mientras que de forma negativa acelera el índice de respiración lo cual va ocasionar ablandamiento de los productos y tejidos y acelera el envejecimiento, degrada la clorofila, lo cual puede ocasionar un problema en la post cosecha.

La producción de etileno es un proceso bioquímico natural, independiente de la respiración que ocurre en las células vivientes con el propósito de producir energía. El etileno puede incrementar por la afección de una infección bacteriana o fúngica al igual que el daño mecánico, o químico.

4.4.8.1 Secuestradores de etileno

Cuando el etileno es removido del ambiente de frutas y vegetales el proceso de maduración y el deterioro disminuyen considerablemente quedando como resultado un producto con vida útil más larga esto ayuda mucho cuando son frutas de temporada o ya sea que van a ser distribuidas a un punto diferente de ubicación permitiendo que la fruta o verdura permanezca más tiempo fresca.

Se ha investigado mucho para incorporar secuestradores de etileno en el envasado y almacenamiento de productos vegetales frescos. Entre las investigaciones que se han llevado a cabo muchos absorbedores de etileno se han

descrito en la literatura pero sin embargo, solo aquellos comercializados son los basados en permanganato de potasio (KMnO_4) inmovilizados sobre un sustrato mineral inerte como (alúmina o gel de sílice) principalmente la función de la alúmina es de absorción y atrapar las moléculas de gas y por supuesto, es el portador del permanganato de potasio. “Sucesivamente el permanganato de potasio ha sido catalogado como un amplio espectro oxidante que reacciona con el etileno al igual que con otros gases contaminantes” ⁽⁵⁾. Su mecanismo de acción se basa en la oxidación del etileno por una serie de reacciones degradándolo a acetaldehído y luego a un ácido acético lo cual termina en CO_2 y H_2O .

“Los absorbedores de etileno se comercializan en bolsitas que se colocan en el interior del envase o en el interior de tubos que se colocan en almacenes” (Labuza y Breene, 1989; Abeles *et al.*, 1992; Rooney, 1995)⁽⁵⁾. El permanganato de potasio en estado fresco presenta un color morado pero al interactuar con el etileno este cambia su color a un marrón obviamente el cambio de color sirve como indicación de su poder secuestrador y de el avance de la reacción.



Figura17. Imagen absorbedor de etileno fresco.

No solo el permanganato de potasio puede hacer función de secuestrador de etileno, existen otros como en el caso del carbón activo con un catalizador metálico, funciona muy bien para eliminar el etileno y se ha empleado para almacenes y envasado mediante bolsitas que se colocan al interior grabados en bolsas de papel o de cartón. En Japón existe un avance a base de paladium como catalizador y carbón

activado, para el uso de disminucion de etileno, mas sin embargo, no ha tenido el éxito que se esperaba debido a que el paladium es un metal caro.^(7,4)

En el mercado de los absorbedores de etileno no solamente encontramos saquitos tambien podemos ampliar su uso por medio de las películas que han aparecido en el mercado y estos incorporan en su estructura minerales finamente divididos con la propiedad de adsorber el etileno, entre sus principios activos o materiales activos podemos encontrar: arcillas, zeolitas, ceramicas, piedra pomez, carbón activado. Estos minerales son mezclados en los envases de película de polietileno, que se emplean para el envasado de productos frescos. Los fabricantes de estos tipos de envases afirman que se aumenta la vida util de los productos frescos, debido en parte a la adsorcion de etileno por los minerales dispersos en el material del envase.

Las películas existentes con el material activo no solo se ha demostrado su capacidad de absorción de etileno si no tambien ha reportado que tienen una excelente permeabilidad a los gases como el oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, etileno, agua y vapor. Consecuencia de esto “el gas etileno es dispersado fuera de su envoltura en vegetales y frutas, y dentro del envasado se mantiene una beneficiosa humedad relativa”⁽⁴⁾.

Dentro de las empresas que trabajan este tipo de secuestradores podemos mencionar: E-I-A Warenhandels GmbH compania de Australia “ProFresh” que se ha utilizado en productos como el tomate, manzanas, kiwi, brocoli, paprika, coliflor, flores, ensaladas, platanos, coliflor, pepinillos, repollo, salami, carnes.⁽⁴⁾

Dunapack de Hungria desarrollo un papel llamado “Frisspack” para prolongar la vida de anaquel de productos frescos entre los cuales podemos mencionar, las manzanas, fresas, peras, duraznos, bananas, cerezas, uvas, fresas, raspberries, zanahorias, cebollas, champinones, tomates y pimientos morrones.⁽⁴⁾



Figura 18. Secuestradores de etileno en la industria de alimentos. Secuestradores de etileno por medio de saquitos (a), Secuestradores de etileno por medio del material de envasado (b).

4.4.9 Sistema secuestrador/emisor de dióxido de carbono

Aunque el dióxido de carbono normalmente ejerce un efecto inhibitorio del crecimiento microbiano en atmósferas modificadas, el exceso de este gas también puede ocasionar un efecto adverso. Por consiguiente algunos sistemas de envasado para preservar alimentos se encuentran desarrollados para la absorción de dióxido de carbono. Los absorbentes que solo absorben el CO_2 son raros, es más común encontrar aquellos que tienen doble función como aquellos que absorben dióxido de carbono al igual que oxígeno, o en otro caso aquellos que absorben oxígeno pero emiten dióxido de carbono sustituyendo el oxígeno ya eliminado.

La utilización de secuestradores de dióxido de carbono se aplica sobre todo en productos tales como cafés frescos, tostados, molidos, alimentos tostados, por la producción de este gas en volúmenes significativos. En el caso de los cafés estos deben de ser envasados, para evitar que absorban humedad y oxígeno de no ser así perderían sabores y aroma pues recordemos que estos son muy volátiles. “Si el café después de tostado se cierra herméticamente en el envase, el dióxido de carbono resultante después de su tostado, se iría acumulando dentro del envase hasta hacerlo reventar”⁽⁵⁾.

Para evitar que esto suceda se ha empleado el uso de bolsitas de uso doble que al mismo tiempo secuestre el oxígeno y dióxido de carbono, por medio de

bolsitas o saquitos con un contenido de óxido de calcio y carbón activado o incluso hay otras combinaciones que disponen de hierro en polvo (secuestrante del oxígeno) y hidróxido de calcio para secuestrar el ácido carbónico y convertirlo en carbonato de calcio en condiciones muy húmedas. Este tipo de paquetitos han sido extensivamente utilizados para envases con atmósferas modificadas en frutas y vegetales. Y aun no se ha desarrollado un sistema donde permita su incorporación dentro de las películas para uso alimentario. Los efectos colaterales de no eliminar el dióxido de carbono sería una reducción del pH y cambios en sabor y color de los productos.

Entre las compañías que han trabajado en este sistema podemos mencionar: Mitsubishi Gas Chemical Company, Kraft, SARL Codimer (Francia).⁽⁵⁾

Por otro lado existe un sistema de producción de dióxido de carbono al igual por medio de saquitos, sus principios activos se basan en el uso de bicarbonato de sodio usado con el ácido cítrico, al entrar en contacto con agua estos producen dióxido de carbono. Este sistema fue muy utilizado en Europa en 1980, generando dióxido en atmósferas modificadas para pescado empacado, y productos cárnicos y compensar la absorción de este por los productos. Fue un desarrollo que llamó mucho la atención. Otro caso de emisores de dióxido de carbono podemos mencionar los saquitos basados en ácido ascórbico/carbonato férrico o ya sea ácido ascórbico/bicarbonato de sodio, que absorben el oxígeno y al mismo tiempo generan el equivalente en volumen de dióxido de carbono, esto principalmente evitan que el empaque pierda su estructura por las modificaciones de gas.^(7,5)

4.4.10 Sistemas emisores de etanol

El etanol ha sido usado como medio antimicrobiano desde cientos de años. Los árabes lo utilizaban hace 1000 años para prevenir el crecimiento de moho y evitar la alteración de la fruta. El etanol se ha demostrado que incluso en concentraciones bajas tienen propiedades antimicrobianas inhibiendo el crecimiento de los mohos, levaduras, bacterias. Este puede ser usado directamente en los alimentos antes del envasado, mas esto no quiere decir que sea la manera mas

apropiada, un método más práctico y seguro es la incorporación de láminas o saquitos emisoras de dicho producto.

Estos saquitos o láminas contienen etanol (55 %), agua (10 %), los cuales son absorbidos por el dióxido de silicio SiO_2 (35 %) dentro de unos saquitos elaborados por papel y EVA copolímero.

Funciona de la siguiente manera; el contenido de los saquitos absorbe humedad del medio o del alimento lo cual desprende etanol como vapor, así que, la actividad de agua en los alimentos es un factor importante en la producción de etanol. Para enmascarar el olor del alcohol algunas bolsitas contienen trazas de vainilla u otros olores, y aun así se les etiqueta con la frase “No comer el contenido de esta bolsita”. Encontramos otros que aparte de emitir etanol, son secuestradores de oxígeno.⁽⁷⁾

Entre las aplicaciones de este método se encuentran su uso en productos de panadería aumentando su vida útil 20 veces más y ayudando al alimento conservarse fresco por mayor tiempo, como en el caso de productos a base de pescado semihumedos y secos. Los problemas derivados de esta tecnología por lo cual ha obstruido su desarrollo aparte de los costos, son la formación o disminución de sabores y olores en los alimentos, y la absorción de etanol que se encuentra de vapor por el alimento lo cual ocasionara que las concentraciones pueden ser mayores al 2 % considerado un problema regulatorio, más siendo este un producto fresco y listo para consumirse.⁽⁵⁾

4.4.11 Controladores de humedad

Muchos productos alimenticios requieren un control de agua líquida y gaseosa, por ejemplo los alimentos hortofrutícolas envasados generan fácilmente vapor de agua en exceso por medio del proceso de respiración. Los productos con una alta humedad relativa son susceptibles de padecer durante su transporte fluctuaciones en la temperatura, que provocan formación de condensaciones.

La presencia de altos niveles de agua dentro del envase generalmente favorece el crecimiento de microorganismos a la vez que el empañamiento del envase. Este efecto también es causante del reblandecimiento de alimentos crujientes como galletas, pasteles, polvo de leche, café instantáneo, etc.

Por otro lado, una excesiva evaporación del agua a través del envase puede causar una desecación en los alimentos y favorecer la oxidación de lípidos.

Un controlador de humedad es un sistema capaz de regular el contenido en agua líquida o gaseosa de la atmósfera que rodea al alimento dentro del envase. Se utilizan diversos productos absorbedores o desecantes, que ayudan a mantener la calidad y aumentar la vida útil de los alimentos. En el caso de los alimentos secos envasados, se emplean como desecantes el óxido de calcio, arcillas activas, gel de silicio, contenidas en saquitos, lámina, almohadillas porosas de plástico que van a mantener fuera la humedad. Por el otro caso podemos observar otro tipo de láminas, almohadillas que se utilizan en productos con alto contenido de agua como lo pueden ser la carne, pescado, frutas, verduras. “Básicamente constan de dos capas de película plástica micro porosa (polietileno o polipropileno), entre las que es colocado un polímero súper absorbente, que es capaz de absorber 500 veces su peso en agua, pudiendo mencionar algunos como sales de poliacrilato, la carboximetilcelulosa, copolímeros del almidón”.⁽⁷⁾



Figura 19. Ilustración del uso de almohadillas absorbentes de humedad en carnes.

4.4.12 Sistema liberador de antioxidantes

Los antioxidantes son incorporados en las láminas plásticas para estabilizar al polímero y proteger de la degradación oxidativa. Tradicionalmente los antioxidantes fueron aplicados para reaccionar con los radicales de la oxidación de componentes lípidos y peróxidos. Los antioxidantes son comúnmente incorporados como parte del material para envasado, en productos con contenidos de aceites o grasas altos, por ejemplo se ha visto mejorado el uso de estos en productos como la avena. Los antioxidantes empleados más comúnmente usados dentro del material de envasado encontramos BHA, BHT que ayudan a retardar como ya se mencionó la degradación de los polímeros pero dentro del uso alimentario estos retardan la oxidación de componentes y han sido ampliamente aplicados en productos secos como cereales, frutas secas, aperitivos, incluso para aderezos de ensaladas. Se ha comprobado que los antioxidantes tienen mejores resultados incorporándose a el envasado que en el mismo alimento, y obviamente esto es una ventaja pues no hay necesidad de incorporarlos como un aditivo alimentario. Gracias a los beneficios observados con los antioxidantes BHT y BHA en el empaque, creció la curiosidad de aplicar y probar otros antioxidantes considerando el caroteno (vitamina A) y alfa tocoferol (vitamina E), ácido ascórbico.

4.4.13 Sistema liberador de antimicrobianos

Este tipo de sistema ha sido una novedosa aparición dentro del mercado de envasado y empaquetado de alimentos, comercialmente ha aparecido “en 1990 por primera vez y de ahí ha desatado un desarrollo y crecimiento de los nuevos roles de los materiales para empaquetado/envasado” ⁽⁴⁾. Los sistemas antimicrobianos son sistemas capaces de liberar sustancias que actúan de forma efectiva sobre los agentes microbianos que pueden influir negativamente sobre los alimentos envasados. “Las sustancias antimicrobianas se utilizan para inhibir el crecimiento de levaduras, mohos, bacterias durante el almacenamiento y distribución.” ⁽²⁴⁾

En la mayoría de los alimentos sólidos o semi-sólidos, el crecimiento microbiano ocurre principalmente en la superficie. “En alimentos preparados o

mezclados, el crecimiento microbiano puede ocurrir en cualquier parte de la masa del producto” (Brody *et al.*, 2001) ⁽¹⁷⁾, condición que debe ser vigilada como un punto crítico de control. “Los agentes antimicrobianos son incorporados en los materiales de envasado con el fin de prevenir el crecimiento de microorganismos en la superficie de el alimento que va a extender su vida útil e incrementar la seguridad microbiana en los alimentos” ⁽⁷⁾.

El principal interés de los empaques antimicrobianos se destaca por el aumento de consumidores que prefieren alimentos minimamente procesados, frescos y con un mínimo uso de aditivos. Lo cual puede ser beneficiado por esta técnica ya que si se incorporan los antimicrobianos en el material de empaque al estar en contacto con el alimento es mucho menor, en comparación si se incorporaran a el directamente.

Existen dos mecanismos de acción de los antimicrobianos incorporados en el material de envasado: Aquellos que contienen el agente antimicrobiano que va migrando parcialmente hacia el alimento y aquellos que son efectivos contra la superficie del alimento e impedir su crecimiento microbiológico sin que exista migración de componente activo al alimento. Independientemente del mecanismo tiene que existir un contacto físico entre el material de envasado y el alimento. La incorporación de materiales antimicrobianos directo a los polímeros ha traído un emocionante descubrimiento en la industria que permite combinar la función de proteger a los alimentos por medio de antimicrobianos al su mismo tiempo que proteger al alimento por medio de sus funciones normales. Muchos conservadores como ácido ascórbico, zeolita incorporada con plata, lisosoma, se han incorporado a los materiales de envasado confiriendo una actividad antimicrobiana al envase de alimentos (Permearen 1999; Appendini and Hotchkiss 2002). ⁽¹⁶⁾

Las sustancias que han sido estudiadas con el propósito de incorporarse a los materiales se encuentran; el etanol, algunos alcoholes, ácidos orgánicos (láctico, ácido grasos, ácido palmitoleico), sales (benzoato, propionato y sorbato), fungicidas (imazalil), metales (plata y cobre), dióxido de cloro, enzimas, extractos naturales de

especias (canela, pimienta, clavo, orégano, romero) y extractos de planta (cebolla, ajo, mostaza, rabano, uva, toronja) antibioticos, peptidos, bacteriocinas, que son proteínas formadas por microorganismos y son buenas contra microorganismos por ej. nisina.

Sus aplicaciones más conocidas se encuentran en productos como pizzas, tartas, pan, galletas, café, pescado, carnes frescas, nueces, aperitivos, pasteles, embutidos, quesos. La importancia de la incorporación de sustancias antimicrobianas dentro de los materiales, es interesante debido a que estos podrían también aplicarse a objetos que vayan o se encuentren en contacto con los alimentos e incluso en hospitales. Una de las investigaciones mas amplias es respecto a la inhibición de la bacteria *Clostridium Botulinum*.

Al igual que muchas de las investigaciones pocas han podido adentrar en el mercado debido principalmente por que muchos de los principios activos pierde su actividad cuando se convina con el material polimérico pues resultan incompatibles, otra inconveniencia como factor limitante es la legislación actual de los antimicrobianos en contacto con los alimentos.

“Películas comestibles se han estudiado como sustrato para poder contener productos antimicrobianos como el ácido benzoico, ácido ascórbico, ácido láctico, nicina, lisosima”⁽⁷⁾. De ser esto así, tendría efectos muy positivos para la industria de alimentos, envasado y se beneficiaría al medio ambiente.

4.4.14 Sistema convertidores de energía

En nuestro tiempo el microondas es parte esencial de nuestra vida cotidiana, y por lo tanto es muy útil un envase que aparte de cumplir con las exigencias de normalización, y proteger el contenido envasado, además cumpla con tener la facilidad de no retener las microondas y soportar altas temperaturas de calentamiento. Los materiales mas comunmente usados en este tipo de envases es el plástico, sobretodo aquellos que tiene la característica de soportar altas

temperaturas, a estos materiales se les han añadido partículas diminutas de aluminio llamadas “suceptores”, que tienen la función de convertir la energía de las ondas de microondas en calor, y esto da un efecto de tostado/dorado y textura crujiente al alimento, son comunmente usados para productos como: patatas fritas, palomitas, pizzas. Esta inovación califica como un envase activo ya que aumenta la función del envase.⁽⁷⁾



Figura 20. Imagen de pizza con base de suceptor para microondas.

Tabla 4. Ejemplos de sistemas de envasado activo de alimentos ⁽¹⁵⁾

Sistema de envasado	Mécanismo	Aplicaciones
Secuestrador de Oxígeno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Basado en hierro 2. Acido/metal 3. Catalizado por metal 4. Sales ascorbato metálicas 5. Enzimático 	Pan, pasteles, arroz cocido, galletas, pizzas, pasta, queso, carnes y pescados curados, café, aperitivos, alimentos secos y bebidas.
Secuestrador y Emisor de CO ₂	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oxido de Hierro 2. Carbonato Ferroso 3. Oxido cálcico, carbón activo 4. Ascorbato y bicarbonato sódico 	Café, pescado y carnes frescas, nueces y otros aperitivos, pasteles.
Secuestrador de Etileno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Permanganato de potasio 2. Carbón Activo 3. Zeolitas, arcillas activadas 	Frutas, verduras y otros productos hortofrutícolas
Conservadores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ácidos Orgánicos 2. Zeolitas 3. Extractos de hierbas y especias 4. Antioxidantes BHA/BHT 5. Vitamina E 6. Dióxido de Cloro 	Cereales, carnes, pescados, pan, queso, aperitivos, frutas, verduras.
Emisores de Etanol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aerosol de alcohol 2. Etanol en capsulas 	Pizzas, tartas, pan, galletas, pescado.
Absorbedores de Humedad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arcillas y minerales activados. 2. Gel de sílice 	Pescado, carnes, pollos, aperitivos, cereales, alimentos secos, sándwiches, verdura, fruta.
Control de la Temperatura de envasado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plásticos especiales 2. Envases de doble pared 3. Lima / agua 4. Nitrato amónico /agua 	Comidas preparadas, carnes, pescados, aves, bebidas.

4.5 Envasado inteligente

La principal función del empaquetado es asegurar el contenido, tanto evitar que se perjudique, ocasionando pérdida de humedad, oxidación o deterioración biológica. Como función secundaria es facilitar la distribución del producto al consumidor (brindándole información clara y certera). El empaque/ensado ha sido de primordial ayuda a mejorar los canales de distribución. Contribuye de manera efectiva el mercado de la distribución de los alimentos como también de sus canales de venta, es de notoria importancia asegurar y optimizar a los alimentos seleccionando su correcto envase, métodos de distribución que se van a ver reflejados en la calidad del producto. Ahora en día los consumidores prefieren pagar más por obtener un producto más fresco y con mayor calidad. Es por ello que

asegurando estas características se ha optado por auxiliarse de métodos que ayuden al consumidor a detectar las características de los productos y son utilizados como nuevos métodos de envasado. ⁽¹⁶⁾

“Los envases inteligentes proporcionan una función de indicar la calidad del producto alimenticio empacado principalmente, avisando o dando a notar si el alimento envasado es defectuoso o se ha expuesto a cambios dañinos que perjudicaron el producto” (Karel, 2000; Rodríguez y Han, 2003) ⁽⁸⁾.

Este sistema de envasado contiene dispositivos que son capaces de captar y proveer información acerca de las funciones y propiedades del envasado alimentario, si éstas están siendo las adecuadas y si se está cumpliendo correctamente la función de envasado. De no ser de esta manera puede verse reflejado en la pérdida de calidad del producto. Estos cambios pueden ser activados por medio de un cambio en el ambiente habitual al que debe estar el alimento, y gracias a este sistema puede ser detectado por el consumidor, sin necesidad de abrir el producto.

Según Rodríguez y Han (2003) Definen a el envasado inteligente en dos categorías; los simples envases inteligentes, los envases inteligentes de respuesta/interactivos.

4.5.1 Definición de envasado inteligente

Según un artículo de IFT se define a los envasados inteligentes como sistemas de envasados que son aptos para proporcionar y emitir funciones inteligentes como detectar, censar, trazar, comunicar, para facilitar las decisiones en torno a la vida anaquel, incrementar su seguridad, aumentar calidad, proveer información e informar de posibles problemas. ⁽¹⁶⁾

“El envasado inteligente es definido como indicador ya sea interno o externo en el envase que provee información respecto a su historial o igualmente puede ser usado para revelar la calidad del alimento” ⁽⁸⁾

4.5.2 Sistemas de envasado/empaquetado inteligente

Los envases inteligentes son clasificados de acuerdo a su función en tres categorías:

- *Aumenta la calidad de productos y su valor.* Entre ellos los indicadores de calidad, indicadores de tiempo temperatura, e indicadores de gas.
- *Proveedores de conveniencia,* por ejemplo. Calidad, distribución, métodos de preparación.
- *Proveedores de protección contra robo, fraude.*

Para que estos sistemas tengan uso comercial y sean aplicables, necesitan ser fáciles de usar, tener un costo considerado, fácil de entender por los consumidores. ⁽¹⁸⁾

4.5.3 Indicadores de aumento de calidad y valor del producto

La aplicación de este sistema inteligente permite suministrar indicadores de calidad y frescura están designados para destacar e indicar si la calidad del producto es aceptable durante almacenamiento, transporte, venta, hasta que el producto se encuentra en las casas de los consumidores. Los indicadores inteligentes trabajan por medio de una variación de color que permanece permanente y es fácil de interpretar y de distinguir para el consumidor. Esto ha sido una de las áreas más desarrolladas dentro de la industria de alimentos. Algunos ejemplos de este tipo de indicadores ya sea internos o externos son indicadores que ayudan a denotar el tiempo y temperatura de almacenamiento, indicadores de humedad, indicadores de abuso o maltrato, concentraciones de gas, indicador de frescura, indicadores microbiológicos. ^(8,7)

4.5.4 Indicadores de Calidad

Los indicadores de calidad pueden ser externos o internos al envase, aquellos que son adheridos por fuera son los indicadores de tiempo-temperatura, e

indicadores de shock físico. El segundo tipo son los Indicadores internos cuales son colocados en el espacio de cabeza o adheridos en una de las paredes un ejemplo de ellos podemos nombrar los indicadores de escape de gas (oxígeno, dióxido de carbono), indicadores de microbios (patógenos).

Existen variedad de indicadores de calidad comercialmente entre ellos se encuentra el indicador de mal manejo de mercancía, este indicador es comercialmente elaborado por la compañía 3M Corporación y lleva por nombre Shockwatch, el indicador consiste de un tubo de vidrio de diámetro muy pequeño, cerrado en la parte media, en un extremo del tubo se encuentra un liquido color rojo, en el otro lado un material disperso, cuando el contenido de los dos extremos se mezcla por causa de la vibración, golpes, caída u otros, el tubo se torna de color rojo, y eso determina como fue extra manipulado el producto en su trayecto⁽⁸⁾.

La frescura ha sido una de las prioridades en los consumidores en nuestra época, los indicadores de frescura son utilizados para proveer información de la calidad de los productos cuando estos han sido expuestos o dañados por una condición desfavorable durante la transportación y almacenaje.

Tenemos ciertos indicadores de frescura algunos se han hecho de manera de cubrir las necesidades de los productos y entre ellos tenemos la compañía de COX Tecnología, con su producto "FreshTag" y consiste en estampillas que indican por medio de un cambio de color la calidad del producto, se colocan por fuera del empaque principalmente en plásticos. Este método es útil para productos cárnicos, productos de mar, a manera que va perdiendo frescura el producto va afectando el color de la etiqueta. Como en el caso de los productos marinos el pescado, al envejecer/descomposición forma aminos volátiles lo cual son percibidas dando un cambio en el color de la etiqueta de un rosa pálido a rosa fuerte.

Otro indicador de este tipo son los indicadores de hidrógeno de sulfuro son utilizados para determinar la calidad de productos avícolas envasados en un ambiente de atmósfera modificada, y trabaja de la manera siguiente, de acuerdo al proceso de envejecimiento de los productos avícolas, el sulfuro de hidrógeno se

desprende del producto afectando la mioglobina, que indica si el producto se encuentra en condiciones consumibles. Y el indicador va correlacionar el color de la mioglobina que va ir relacionada con la calidad de la deterioración del producto.

Existe un producto local que es consumido en Corea elaborado a partir de un vegetal fermentado, llamado "Kimichi". Se fermenta de manera natural principalmente por bacterias ácido lácticas, su sabor y textura son óptimas cuando el Kimichi (comúnmente nombrado) es propiamente fermentado en un pH de 4.2, después de su grado máximo de calidad empieza a deteriorarse, provocando la formación excesiva de ácidos orgánicos y perdiendo tu textura. "Se han utilizado indicadores de frescura en este tipo de producto para monitorear la frescura de los productos durante la distribución y venta" ⁽⁷⁾. Se ha relacionado la presencia de dióxido de carbono en la disminución de calidad en el Kimichi. El indicador que ha sido desarrollado para un producto como el kimichi consiste en ingredientes de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ absorbente y bromocresol purpura el color del indicador va cambiando dependiendo de la acidez de kimichi.

En productos frescos como frutas y verduras encontramos uso de indicadores de frescura, recientemente el desarrollo en Nueva Zelanda gracias a los científicos ha logrado desarrollar un indicador llamado RipeSense™. Su objetivo es que los consumidores puedan escoger la fruta/vegetales por medio de un indicativo de que el producto está en su mejor momento de maduración por lo tanto su sabor es sobresaliente. Y trabaja detectando los componentes aromáticos impartidos por las frutas/verduras cuando estos se encuentran en proceso de maduración, la estampilla colocada en su exterior indica un cambio de color de un rojo (firme) a un color naranja o amarillo (jugoso). Existe una relación entre el contenido de aroma producido y la suavidad de la fruta, así que conforme la fruta suaviza, produce más aroma y el sensor cambia de color. Este proyecto se probó en frutas donde representa para el consumidor una dificultad en valorar la madurez de los mismos.

Esta incorporado en envase formado de plástico, con 4 espacios ó conchas para ser ocupados por la fruta y esto permite que se evite el daño mecánico o físico mejor conocido como magullación de la fruta, al igual protegerla de contaminación

ambiental. En un futuro se espera una perspectiva en la aplicación de productos más delicados como puede ser los frutos de kiwi, aguacate, melón. Productos en los cuales no son determinante su maduración por un cambio de color en su piel.



Figura 21. Imagen de indicador de calidad (RipeSense)

4.5.5 Indicadores de tiempo–temperatura

Los envases que tienen integrados Indicadores de tiempo–temperatura (TTI). Fue una de las primeras aplicaciones comerciales de envase inteligente, ofreciendo inocuidad de los alimentos. La temperatura es uno de los factores externos que influyen en las características organolépticas de los alimentos tanto deterioraciones físicas, químicas, como el crecimiento microbiológico⁽¹⁶⁾. El desarrollo de dispositivos que permitieron la evaluación de temperaturas/tiempo a las que son sometidos los alimentos ha sido de gran utilidad en el ramo de la industria alimentaria. “Esta tecnología no solo beneficia al consumidor si no al medio ambiente, contribuyendo a una disminución de la pérdida de alimentos por un mal manejo de fechas de caducidad”⁽²⁰⁾. De acuerdo a un estudio 5.3 millones de toneladas de alimento cada año terminan en el bote de basura por un deficiente etiquetado.

Encontramos productos comerciales TTI que ayudan en línea a monitorear el estado de frescura de alimentos perecederos basándose en diferentes tipos de reacciones como polimerización (3M monitor Mark) o cambio de color de la enzima lipasa (Vitsab).

Los indicadores de tiempo y temperatura pueden definirse como dispositivos pequeños en forma de adhesivos, simple y barato, que muestra una dependencia de tiempo y temperatura fácilmente medible, con un cambio irreversible en el dispositivo a causa de una disminución de la calidad de un producto alimenticio, siempre y cuando se halla sometido a excesos de temperatura ya sea, productos que han sido calentados o enfriados por debajo o por arriba de el punto de referencia de temperatura crítica. Estos indicadores son útiles para avisar tanto a la industria de alimentos de un mal manejo del producto y reevaluar los procesos y buscar soluciones tanto como evitar en un futuro este tipo de problemas, o en el otro caso sirve al consumidor para advertir que el producto ha sido expuesto a un mal manejo y es probable que el producto no esté en condiciones de consumo.

Los alimentos beneficiados con este tipo de tecnología son los alimentos refrigerados y congelados. Se tiene gran interés en aumentar la vida útil de los alimentos especialmente los que tienen alta sensibilidad a las temperaturas y por lo tanto un alto deterioro del producto.

“Aun los indicadores de tiempo-temperatura serán usados en un futuro para alimentos con un valor Premium donde los costos pueden ser absorbidos” ⁽²²⁾. Los indicadores pueden ser adheridos al producto, esto incrementa el valor al producto, pero también incrementa la calidad y seguridad del consumidor.

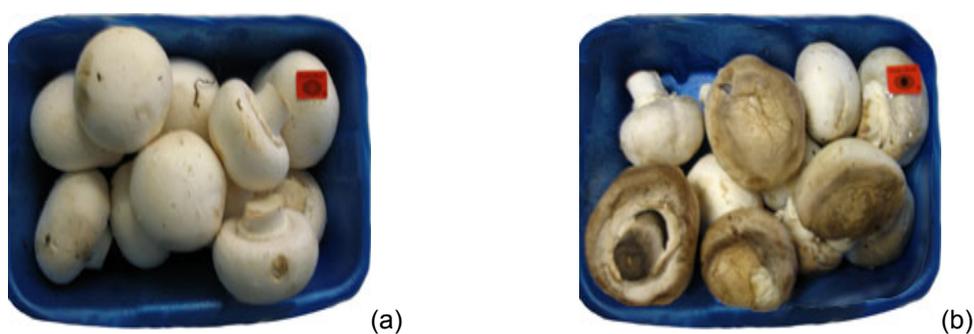


Figura 22. Imágenes del uso de un Indicador de temperatura en champiñones. Mantenido en el rango de temperatura adecuada (a), Mantenido con fluctuaciones de temperatura fuera de los rangos permitidos (b). (http://www.freshcheck.com/freshness_see.asp).

4.5.5.1 Clasificación de indicadores de tiempo- temperatura

Se encuentran dos tipos de Indicadores de tiempo-temperatura, que son utilizados comercialmente:

- Indicadores de temperatura críticas (también conocido como Indicadores de historia parcial)

Este tipo de indicadores responden al ser expuestos a temperaturas altas o bajas de la temperatura de referencia (temperatura crítica) a la cual han sido programados, avisando a los consumidores acerca de la alta incidencia que algún patógeno haya sobrevivido ocasionando un problema de salud o ya sea un cambio de textura por la desnaturalización de proteínas. Por ejemplo. Los congelados al proceso de descongelado.

“La función principal es identificar las condiciones abusivas de temperatura y de este modo encontrar una correlación entre el cambio de calidad del producto y la respuesta del indicador”.⁽¹⁹⁾

- Indicadores de tiempo–temperatura (TTI)

Este tipo de indicadores sirven para determinar los cambios en la vida útil de un producto este tipo de indicador es el más adecuado. Este indicador muestra una continua respuesta de temperatura del producto. “La respuesta de TTI está basada por los cambios químicos, enzimáticos, microbiológicos que serán visibles e irreversibles y dependen de la temperatura”.⁽⁷⁾

Ayuda a proveer el historial de temperatura (ya sea parcial o completo) del producto durante su distribución. Se ha comprobado de los cambios monitoreados en TTI son fácilmente medibles y acertados dando respuesta consistentes bajo las condiciones de temperatura sin tomar en cuenta otros factores como la humedad, luz etc.



(a)



(b)



(c)

Figura 23. Ilustraciones de indicadores de Tiempo–Temperatura de diferentes compañías.

(a) TTI (Fresh Check) TempTime Inc.

(b) Cox Technologies, Belmont, N.C., U.S.A. VISTAB (Vista AB).

(c) Imagen Indicador de tiempo-temperatura (Check Point)

Estos indicadores se han utilizado mucho en países como USA para una gran cantidad de alimentos frescos y perecederos como carnes y preparados, frutas, leche, jugos. En Europa se ha destacado su uso para una gama de productos de una gran calidad, presentándose como un concepto nuevo y novedoso para el mercado. Tabla 5. Se nombran ejemplos de Indicadores de tiempo-temperatura aplicados para envases de alimentos ⁽⁸⁾.

Tabla 5. Compañías que usan el Sistema Indicadores Tiempo-Temperatura.

Compañía	Principio Indicador
Lifelines Technologies (FreshTag)	Cambio de color y polimerización
Trigon Smartpak Ltd. (Smartpak)	
3M Packaging Systems Division (Monitor Mark)	Difusión física de un soluto químico causando un cambio de color
I Point AB (I Point)	El sustrato lípido indica al empezar a hidrolizar por causa de un cambio de pH y en consecuencia, da un cambio de color permanente.

4.5.6 Indicadores de concentración de gas

La composición de gas en el espacio de cabeza de los envases utilizados en alimentos cambia constantemente como resultado de la actividad del producto (alimento), la naturaleza del empaque, y por último de las condiciones externas ⁽¹⁶⁾.

Son cambios ocasionados por diferentes circunstancias se puede mencionar; producto fresco tiene un índice de respiración afecta la concentración de gases y la generación de gases por medio de microorganismos en caso de contaminación, fuga de gas o transmisión de gases (oxígeno y dióxido de carbono) por medio del empaque/envase. Todos estos factores pueden colaborar a un cambio en atmósfera del producto empacado. Al determinar este tipo de problemas se pensó en la necesidad de elaborar algún indicador que ayudara a determinar la concentración de gases dentro de un alimento envasado/empacado sin necesidad de abrirlo.

Estos indicadores pueden ir incorporados dentro del empaque para poder monitorear la atmósfera interna. Esto quiere decir monitorear los cambios en la composición de gases, así mismo se obtiene información de la calidad y seguridad del alimento. Principalmente encontramos dos tipos de indicadores de gas que son comercialmente aplicables los indicadores de oxígeno e indicadores de dióxido de carbono. Los indicadores de oxígeno son los más comúnmente aplicados en el área de alimentos, pues en presencia de este gas el alimento pierde características de color, sabor, oxidación, rancidez y evidencia la presencia de microorganismos. Aunque también cabe mencionar indicadores de dióxido de carbono, vapor de agua, etanol, otro tipo de gases también han sido útiles. Normalmente los indicadores actúan provocando un cambio de color como resultado de una reacción química o enzimática (el tinte más usado para indicadores de fuga es azul de metileno cuyo cambio está basado en una reacción de oxidación- reducción).

4.5.6.1 Usos de los indicadores de gases

- Puede ayudar a monitorizar si el empaque/envase ha sido dañado con solo observar el indicador sin necesidad de abrir el empaque.
- Ayuda al consumidor o industria a detectar fugas y calidad de un producto.

- Son utilizados como medida para determinar si los absorbedores de oxígeno están funcionando correctamente.
- Son utilizados con el uso de envases/empaques de atmósferas modificadas (MAP) principalmente evaluando si el dióxido de carbono se encuentra en un rango deseado.
- Permite la evaluación de los empaques si estos han sido envasados/empacados de una manera incorrecta permitiendo re empacar y así disminuir pérdidas, evitar una labor intensa de tiempo, consumido en procesos de control de calidad.

La mayor desventaja de este tipo de indicadores es que pueden dar como resultado un falso negativo, como anteriormente se mencionó ya sea por microorganismos contaminantes que mantengan el consumo de oxígeno y dióxido de carbono balanceado y al final de cuentas este sería un alimento no seguro para consumirse por el resultado de la contaminación microbiana, a pesar que el indicador avisaría un color normal.

4.5.6.2 Productos comerciales de indicadores de fuga de gas y aplicaciones en alimentos

Encontramos indicadores aplicados en la Industria de alimentos entre las compañías que elaboran este tipo de dispositivos se encuentra uno elaborado por Mitsubishi Gas Chemical Corporación con su producto Ageless Eye TM trabajando como indicadores de oxígeno proporcionando información de fuga de gas así como, proporcionando información extra en cuanto, si los absorbedores de oxígeno (AGELESSTM) está trabajando correctamente. Cuando el oxígeno está ausente en el espacio de cabeza (>.01%) el indicador tiene un color rojo. Cuando el oxígeno está presente a una concentración de (< 0.5%) el indicador torna a un color azul.⁽⁸⁾

Cryovac Sealed Air Ltd, ha trabajado con la elaboración de una estampilla visible que actúa detectando la presencia de dióxido de carbono. Y principalmente es utilizada para productos envasados/empacados en MAP, y sirven

principalmente para detectar problemas en la maquinaria y problemas de fugas de gas.

Otra compañía que ha trabajado con Indicadores de fuga de gas es Moonstone Co. Diseñando una laminilla de tinta con sensibilidad al gas la cual, puede ser incorporada a dentro del empaque/envase. La tinta del dispositivo produce diferentes colores a diferentes concentraciones de gas. Cuando el dióxido de carbón ha penetrado o se ha fugado del producto envasado por MAP, la tinta cambia de un color azul fuerte a un color amarillo permanente. La función de ellos es principalmente "indicar si ha ocurrido alguna fuga de gas por medio de un mal cerrado, un accidente, etc., o simplemente el aumento de dióxido de carbono por medio de un crecimiento microbiológico".⁽⁸⁾

4.5.7 Indicadores microbianos o biosensores

En la industria alimentaria la principal batalla se encuentra generada por los microorganismos presentes en los alimentos, encontramos una amplia diversidad de infecciones, ocasionadas principalmente por microorganismo, el problema se genera cuando los microbios constantemente cambian y nuevos patógenos emergen. Existe una necesidad de detectar estos microorganismos que se encuentran presentes en los alimentos antes que estos puedan producir un daño; necesitamos algo que pueda detectarlos de una manera segura, rápida, que pueda ser usado en línea, detectar con asertividad los patógenos, poder monitorear después de la producción con parámetros de calidad.

El implemento de este tipo de dispositivo consiste en un compacto biosensor, que trasmite información partiendo de reacciones bioquímicas, está compuesto de dos componentes primarios, un bioreceptor el cual puede ser un compuesto biológico u material orgánico (por ejemplo, enzima, antígeno, microorganismo, hormona) estos reconocen el blanco de análisis, y lo traduce convirtiéndolo en una señal bioquímica y estos a su vez son traducidos a una respuesta electrónica medible. El traductor puede ser electroquímico, óptico, acústico, depende de los parámetros que van a ser

medidos. Es importante que los biosensores sean suficientemente sensibles, específicos, realistas, simples y portátiles.

Se ha analizado principalmente para la industria, la detección de patógenos y ha concluido que los biosensores tienen un gran potencial y un futuro crecimiento en este mercado. Se desearía que fuera posible integrarlos dentro de los empaques de los alimentos o ya sea integrado en el material.

Aun no han sido comercializados pero existen diferentes prototipos desarrollados como podemos mencionar:

SIRA Technologies (Pasadena, California, USA) están desarrollando un biosensor/código de barras llamado Food Sentinel System para detectar patógenos por medio de el envase que contiene el alimento (Ayala and Park; 2000; Anónimo 2004) ⁽¹⁶⁾.

Otra compañía que ha trabajado con estos biosensores es la compañía Toxin Alert (Ontario, California, USA) que también desarrollaron un sistema de diagnóstico de toxinas llamado Toxin Guard, el cual es un sistema donde anticuerpos son incorporados al material plástico (películas plásticas) para detectar los patógenos. ⁽⁸⁾

Cuando estos anticuerpos detectan algún patógeno, el empaque/envase manda una señal de alerta ya sea al consumidor, inspector. Este sistema está elaborado para detectar altas concentraciones de contaminación microbianas de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria*. Pero no está diseñado o no es suficientemente sensible para detectar bajas o mínimas concentraciones de patógenos que también pueden ocasionar un daño.

4.6 Otros sistemas inteligentes

Podemos mencionar algunos otros sistemas inteligentes de envasado, donde no necesariamente van a revelar alguna información sino que simplemente van a proveer comodidad, facilidad de uso, como por ejemplo, los indicadores de producto para horno de microondas, los cuales, pueden contener un botón que se vota cuando el producto está listo para su consumo sin que este se sobre caliente o se quemé, el

uso de la identificación por medio de radio frecuencia que cada vez es más avanzada y mejora eficientemente el suministro de cadena, rastreo del producto. Productos que tienen el sistema de calentamiento y enfriamiento en su envase, para facilitar su consumo independientemente del lugar y sin necesidad de un horno o refrigerador. ⁽⁷⁾

4.6.1 Aplicación de sistemas inteligentes en la industria de alimentos

Encontramos aplicaciones en el área de alimentos que pueden ser beneficiadas por la aplicación de estos nuevos sistemas, La aplicación de estos sistemas, van de la mano con el desarrollo de nuevas tecnologías (aplicación de nuevos productos, nanotecnología, sistematización, computación), esto va proporcionar mayor efectividad en sus aplicaciones. Ya que principalmente el empaque/envase es el mejor compañero del alimento y es muy factible que se obtenga información del producto, o se trate de aumentar su seguridad, calidad, rastrear producto, monitorear sus condiciones, facilitar un tiempo real de expiración, estas cualidades son esenciales para la seguridad del producto y bioseguridad. Una de las aplicaciones atractiva para los sistemas inteligentes en el área de alimentos, se encuentra en aumentar el rastreo de productos y aplicación de sistema HACCP donde ambos trabajen en conjunto, ya que no existe sistema alguno donde con precisión tengan un vínculo y se pueda tomar decisiones en base a la seguridad del alimento. ⁽¹⁶⁾

Se cree que en un futuro mucha de la información que contiene un producto va venir principalmente de manera invisible y vendrá incluida en la etiqueta de manera de chip lo cual va ser fácilmente interpretada y registrada por un lector.

4.7 Legislación de sistemas inteligentes y activos

El aumento de la comercialización y el uso de sistemas inteligentes y activos, ha preocupado un poco a las autoridades legislativas, ya que aun no existía un método específico, a nivel nacional o internacional que determinara el beneficio/perjuicio al contacto directo del alimento. Como resultado de esta problemática se aplico la legislación de materiales para productos tradicionales a sistemas nuevos (sistemas inteligentes, sistemas activos). Lo cual podría ocasionar

problemas tanto de seguridad, calidad. La clave para la problemática regulatoria para los alimentos en contacto con su material de empaçado/envasado (activo, inteligente) se encuentra en la migración de sustancias no deseadas de los sistemas activos, estas requieren una aprobación regulatoria de los términos, identificación y cantidades que son aceptables así como conocer sus posibles efectos toxicológicos, de la misma manera esos no deben ocasionar cambios, otorgando información que pueda confundir a los consumidores de la condición y frescura de los alimentos .

Fue en el 2004 cuando se introdujo la Regulación (EC) 1935/2004. Esta ley incluyo las necesidades especiales de los envases activos e inteligentes donde se considera mayor flexibilidad de los componentes, aditivos que van a ir liberándose poco a poco hacia el alimento.⁽¹⁸⁾

En países desarrollados como Europa y Japón, Austria, USA, existe un interés en la regulación de estos productos. La Comisión Europea, tomo el primer paso con un proyecto llamado ANTIPACK.⁽⁸⁾ Este proyecto consiste en la integración de seis Institutos de Investigación y tres compañías comerciales que evalúan las tecnologías de envases activos o inteligentes y las clasifican en términos regulatorios al igual que sus posibles efectos. Se ha investigado al igual los componentes migratorios de sistemas activos y si estos tienen algún efecto nocivo.

En Estados Unidos la FDA (Food and Drug Administration) ha aprobado algunas tecnologías basadas en los conceptos de sistemas activos.

Tabla 6. Tecnologías usadas para el envasado de alimentos y sus aplicaciones.

Tecnología	Aplicaciones
Secuestrador de oxígeno	Retarda la oxidación en productos frescos y procesados como carne y productos derivados del mar, panadería, pasta, queso, café, cerveza, vino y jugos de frutas.
Liberador de antioxidantes	Inhiben la oxidación de alimentos secos y altos en grasas.
Emisor de dióxido de carbono	Inhiben la descomposición por contenido microbiológico de carne, pescado, pan y queso.
Emisor de etanol	Inhibición de descomposición por hongos en productos de panadería.
Secuestrador de etileno	Previene la maduración prematura de frutas y vegetales.
Controladores de humedad	Reducen la acumulación de humedad y condensación en productos.
Emisores de aromas y sabor	Aumenta las propiedades organolépticas de un amplio rango de productos.
Secuestradores de olor	Enmascara olores.
Indicador Tiempo-temperatura	Provee evidencia de la historia en la temperatura a los cuales han sido expuestos los productos perecederos y determinar su vida útil.
Indicadores de frescura	Indican la presencia de químicos asociados con el deterioro de la carne, productos avícolas y pescado, frutas.
Biosensores	Advierte la presencia de específicos patógenos como salmonella, listeria en los productos, así mismo su riesgo en los alimentos.
Indicadores de fuga de gas	Advierten a los consumidores de un mal sellado, o un posible daño en el cerrado principalmente en AM.

Fuente: (Food Engineering & Ingredients) ⁽¹⁸⁾

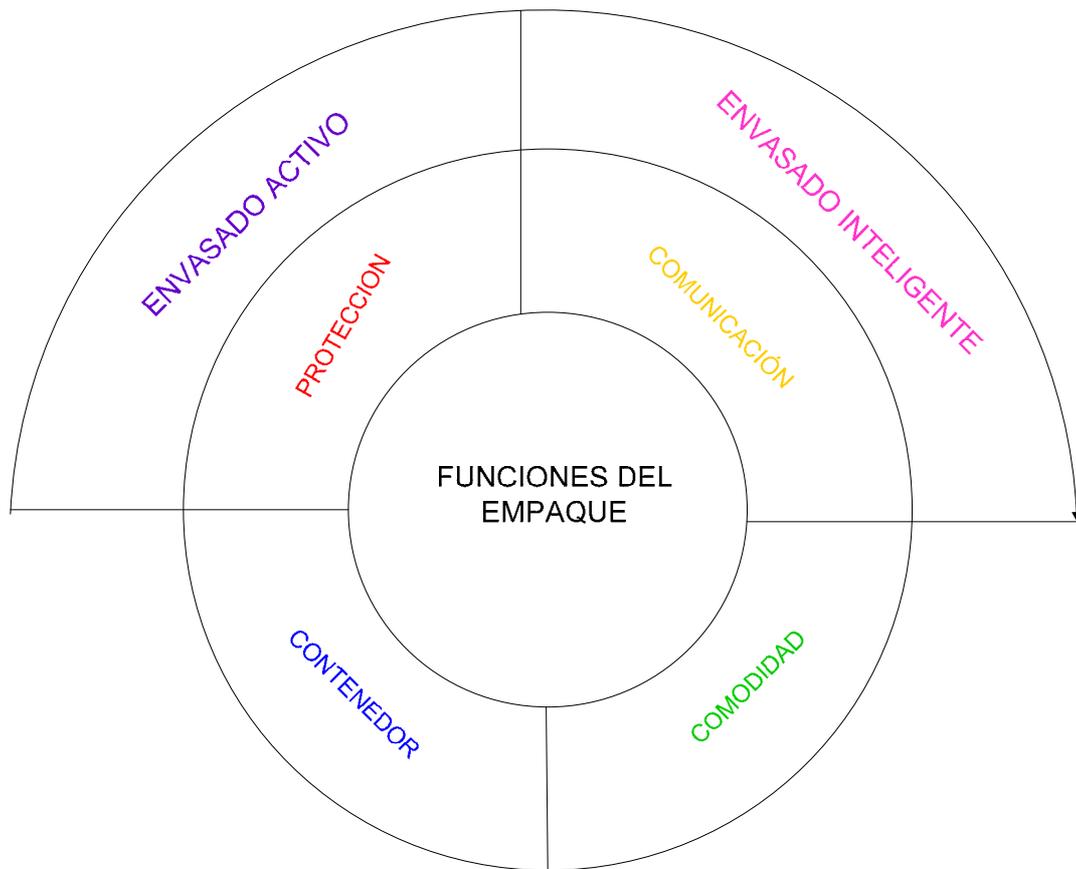


Fig. 24. Modelo de las función del empaque (ARTICULO IFT) ⁽¹⁶⁾

Capítulo 5

Conclusiones

El objetivo de este trabajo es presentar los avances dentro del área de la industria de envasado, enfatizando el campo de alimentos como parte complementaria de la conservación de los mismos. Se proporciono información generalizada de los materiales implementados en la industria de alimentos ampliando el panorama al uso de los mismos, así como sus características primordiales los cuales dan atributos propios a cada material. El conocimiento anterior ayudara a entender con mayor amplitud el uso de las nuevas tecnologías en donde se destaco principalmente al envasado activo e inteligente, nombrando sus principales innovaciones viables para uso comercial. Sería de gran utilidad que en proyectos futuros se recopilara información de “películas comestibles” ya en mi trabajo solo se hablo brevemente este tema y considero importante e interesante ya que con las tendencias futuras a regresar a lo natural y cuidar nuestro ecosistema creo que es una área de amplia investigación y económicamente factible.

Capítulo 6

Reflexión

Es importante ver al empaque/envase como un aliado en la conservación de los alimentos, y muchas de las nuevas tecnologías se han venido desarrollando a pesar de un sinfín de impedimentos como lo son las restricciones legislativas, la resistencia de los consumidores, falta de conocimiento, impacto al medio ambiente, costo. A pesar de todos estos obstáculos se han desarrollado, un sin número de innovadores proyectos de sistemas inteligentes y activos que han sido llevados al mercado y son de gran impacto comercial apostando por un futuro prometedor. Probablemente este sea un comienzo de toda una nueva era del envasado/empacado en la industria de alimentos, que ofrece un nuevo campo y oportunidades al aumentar la seguridad de los alimentos, calidad, extender su vida anaquel, proveer comodidad y confort. El avance de estas tecnologías requiere continuas investigaciones para pensar más allá de lo que un contenedor puede lograr impactar al producto, partiendo de las características tradicionales para poder lograr mejoras y desarrollar nuevos sistemas que se aproximen a los nuevos retos y desafíos. Por primera vez la ciencia de empaques/envasado, la ciencia en alimentos, biotecnología, información tecnológica, nanotecnología y otras tecnologías han reunido para encaminar los problemas y encontrar soluciones para la industria de empacado/envasado en los alimentos.

Capítulo 7

Referencias bibliográficas

1. **ARTHEY DAVID, COLIN DENNIS. 1992.** “Manual de Conservación de Alimentos”, Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A.
2. **ARTHEY DAVID, P.R. ASHURST. 1997.** “Procesado de Frutas “. Zaragoza, España. Ed. Acribia, S.A.
3. **BRODY L. AARÓN. 1996.** “Envasado de Alimentos en Atmosferas Controladas, Modificadas y a Vacío”, Zaragoza, España, Ed. Acribia, S.A.
4. **BRODY L. AARON, STUPINSKY R. EUGENE, KLINE R. LAURI. 2002.** “Active Packaging for Food Applications”, Boca Raton, Florida.
5. **COLES RICHARD, MC DOWELL DEREK, KIRWAN J. MARK, 2004.** “Manual de Envasado de Alimentos y Bebidas”. Madrid, España. Editorial Mundi- Prensa.
6. **DESROSIER W. NORMAN. 1998.** “Conservación de Alimentos”. Segunda Edición, Zaragoza, España.
7. **GORDON L. ROBERTSON, 2006.** “Food Packaging Pinciples and Practice”, Boca Raton, Florida. Editorial Taylor & Francis Group.
8. **HAN. JUNGH, 2005.** “Innovations in Food Packaging” Monitoba, Canada. Editorial el Sevier Academic Press.
9. **HEINZ SIELAFF, 2000.** “Tecnología de la Fabricación de Conservas”, Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A.
10. **POTTER N. NORMAN, HOTCHKISS H. JOSEPH. 1999,** “Ciencia de los Alimentos”. 5^{ta} Edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A.
11. **RAHMAN M SHAFIUR, 2002.** “Manual de Conservación de Alimentos”, Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A.
12. **TEMAS TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2002.** Vol. 1, CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Editorial Alfa omega.

13. **VACLAVIK A. VICKIE, CHRISTIAN W. ELIZABETH, 2002.** “Fundamentos de Ciencia de los Alimentos”. Primera Edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A.
14. **VIDALES GIOVANETTI MARIA DOLORES, 1997.** “El Mundo del Envase, Manual para el Diseño y Producción del Envase y Embalaje”. Segunda Edición. Editorial G. Gili SA de CV.
15. **WILEY C. ROBERT, 2001.** “Frutas y Hortalizas Mínimamente Procesadas y Refrigeradas”. Zaragoza, España. Ed. Acribia S.A.
16. **YAM KIT, TAKHSTOV T. PAUL, MILTZ PAUL, 2005.** “Intelligent Packaging Concepts and Applications” Vol 70, No. 1, Publicado en web 12/22/2004.

BIOGRAFIA DE LA WEB

17. **ANÓNIMO 1, 2006.** “Envase Activo e Inteligente” Observatorio Plástico. Disponible en Internet: www.observatorioplastico.com/publicaciones/03145904IT-03pdf.
18. **ANÓNIMO 2. 2007.** “Smart packaging: Coming to a Store near to you”; Food Engineering & Ingredients, 01 Septiembre 2007.
19. **ANÓNIMO 3. 2006.** “Últimas Tendencias en el Envasado de Alimentos”. Publicado: Agosto 2006, Disponible en Internet www.alimentatec.com/muestrapaginas.asp?nodo1=0&idcontenido=546&content=18.
20. **BUTLER PAUL: 2006.** “Developing a new dating game” Materials World Disponible en Internet: www.smartpackaging.co.uk/Download.htm
21. **BUTLER PAUL; 2001.** “Smart Packing- Intelligent Packaging food, Beverages, Pharmaceuticals and Household Products. Disponible en Internet: www.azom.com/details.asp?ArticleID=2152
22. **ENRIQUE CHAO, 2007.** “Historia del envase”, Octubre 2007. Disponible en internet: www.ambienteplastico.com

23. **HURME ERO, SIILAINEN MALAM, THEA. 2007.** “Printed Intelligence Packaging: Global Concerns about Food Safety make Smart Packaging Research more relevant than ever; Paper 360⁰
24. **IRINIA DIAZ. 2008,** “Envases Activos e Inteligentes” Universidad Nacional de Quilmes. Disponibles en Internet: www.calidadalimentaria.net/envases_inteli.php
25. **RAFAEL GUEVARA, 2003.** “Los plásticos que se usan para envasar alimentos son seguros”. Disponible en internet: www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/05/6518.php