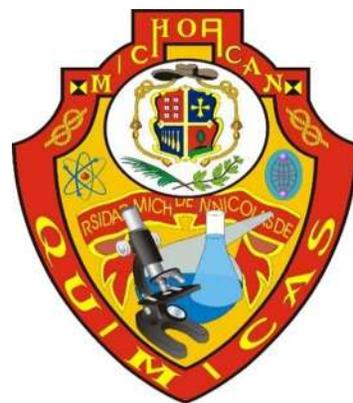




**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**
FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA



TÍTULO DE TESINA

***“ENVASES INTELIGENTES EN LA INDUSTRIA DE LOS
ALIMENTOS”.***

**TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE QUÍMICA
FARMACOBIOLOGA**

PRESENTADO POR:

p Q.F.B. RUBÍ CRISTAL VALDOVINOS AGUIRRE

ASESOR DE TESINA:

MAESTRA EN CIENCIAS DIANA CECILIA MAYA CORTÉS

MÉXICO, MORELIA MICHOACÁN. MAYO DEL 2017.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A MI MADRE IRMA AGUIRRE

Por haberme apoyado en todo momento, por la confianza que me brindo, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. TE AMO

A MI ESPOSO E HIJOS

A mi esposo, Carlos Botello, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor.

Gracias a Dios por mis hijos Santiago y Romina, esos hijos que más que el motor de mi vida fueron parte muy importante de lo que hoy puedo presentar como tesina, gracias a ellos por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de esta, gracias por entender que el éxito demanda algunos sacrificios y que el compartir tiempo con ellos, hacia parte de estos sacrificios.

A MIS HERMANOS

A mi hermana Rosi por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles, Mis hermanos, Thelma y Alan, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A MI ASESORA

A mi asesora Diana Maya, por la orientación y ayuda que me brindo para realización de esta tesina, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

A MIS SINODALES

Gracias por darme la oportunidad y por el tiempo que me han dedicado para leer este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó mediante una revisión bibliográfica con el propósito de conocer los envases inteligentes en la industria alimenticia. En la actualidad la demanda de un alimento inocuo y con la calidad necesaria para ser ingerido ha llevado a los investigadores a la búsqueda de nuevas tecnologías de envases, preservando así las características satisfactorias para el consumidor. Esta evolución de tecnologías en envase se basa en agregarle una función más sofisticada además de cumplir con las funciones básicas, proporcionando y emitiendo funciones inteligentes como detectar, censar, trazar, comunicar, para facilitar la decisión en torno a la vida de anaquel, e informar los posibles problemas que tenga el alimento, entre otros. La mayoría de los llamados empaques inteligentes utilizan sensores como indicadores que a través de una reacción bioquímica llevan a cabo su función.

Dependiendo de las características fisicoquímicas de cada alimento el empaque será específico, es por ello que en el mercado existe una variedad de tipos de envase inteligente, con diferentes materiales y mecanismos que pueden ser atractivos en la industria alimenticia para generar una mayor demanda en sus productos.

Palabras claves: Envase, Biosensor, Bioreceptor, Indicador, industria.

ABSTRACT

The present work of bibliographic revision was made with the purpose of knowing the intelligent packaging in the food industry. At present, the demand for a safe food with the necessary quality to be ingested, has led researchers to look for new packaging technologies, thus preserving the characteristics satisfactory for the consumer. This evolution of packaging technologies is based on adding a more sophisticated function in addition to fulfilling the basic functions, providing and emitting intelligent functions like detect, census, plot, communicate, to facilitate the decision regarding shelf life, and inform the possible problems that food has, among others. Most smart packaging uses sensors as indicators that perform a function through a biochemical reaction.

Depending on the physical chemical characteristics of each food the packaging will be specific, which is why there are a variety of types of intelligent packaging in the market, with different materials and mechanisms that can be attractive in the food industry to generate greater demand in their products.

KEYWORDS: Food packaging, Biosensor, Bioreceptor and Indicator.

ÍNDICE GENERAL

I.	JUSTIFICACIÓN.....	6
II.	OBJETIVOS.....	7
1.	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
III.	introducción	8
IV.	MARCO TEÓRICO.....	9
1.	Envase alimentario.....	9
2.	Tipos de envases	9
2.1.	Envase primario.....	9
2.2.	Envase secundario.....	9
2.3.	Envase terciario	10
3.	Características y naturaleza del envase	10
4.	Función de un envase.....	13
5.	Normatividad nacional vigente	15
6.	Envases inteligentes	16
6.1.	Definición	17
6.2.	Características	17
6.3.	Tipos de envases inteligentes.....	17
7.	Implementación en el mercado	26
8.	Ventajas y desventajas de los envases inteligentes.....	26
9.	Nuevas tendencias en envases inteligentes.....	27
10.	Conclusión	30
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	31

I. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad es de gran importancia tener en nuestras manos un alimento inocuo con las características ideales para ser ingerido, los envases juegan un papel imprescindible para satisfacer ésta principal necesidad. Es curioso saber cómo este tipo de técnica en la producción de alimentos ha ido evolucionado. En la antigüedad los seres humanos consumían los alimentos en el mismo lugar en que los encontraban, cuando surgió la necesidad de contenerlos y transportarlos fue necesario utilizar los recursos naturales que tuvieron a su alrededor, se usaron productos naturales como son las conchas y hojas de árboles, con estos construyeron recipientes adecuados para el transporte de la comida. Más tarde, fueron descubiertos los minerales, químicos compuestos, los metales y la cerámica, dando lugar a otras formas de envasado.

La industria alimenticia enfoca principalmente su interés en el proceso de envasado, ya que en gran medida de eso depende la calidad que se le ofrece al consumidor. El envasado cumple varios propósitos: Contener los productos, proteger los productos de la contaminación por parte del medio ambiente y finalmente transportarlos y almacenarlos. Es entonces un factor importante que continuamente se busca perfeccionar creando nuevas tecnologías que garanticen calidad, seguridad e inocuidad, principalmente. Además de cumplir con sus funciones básicas, se está transformando en un medio de sofisticadas interacciones con su contenido y en un registro de información relevante tanto para el consumidor final como para los actores intermedios de la cadena de valor, naciendo así los conceptos de envases activos e inteligentes. Conceptos que traen consigo la necesidad de estudio para resaltar la aportación actual en la industria de los alimentos.

II. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión literaria a cerca de los envases inteligentes utilizados en la industria alimenticia.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Investigar las características generales de los envases en alimentos
- 2.- Conocer la finalidad y función de los envases inteligentes
- 3.- Describir los tipos de envases inteligentes en la industria alimenticia
- 4.- Identificar las ventajas y desventajas que presentan los envases inteligentes en alimentos.

III. INTRODUCCIÓN

El siglo XXI trae consigo un nuevo conjunto de tecnologías para la conservación de alimentos, no todas tendrán el mismo éxito industrial en volumen y cantidad de aplicaciones, pero sin duda serán materia de estudio y de pruebas (Instituto de Tecnología Medellín, 2004).

Actualmente, los envases son esenciales para la comercialización de los alimentos, ya que además de ofrecer una mejor conservación, mayor tiempo de vida de anaquel y seguridad e información para el consumidor, deben generar un impacto visual que los diferencie de productos similares para lograr la preferencia de los consumidores a quienes va dirigido el producto (Cruz, 2006).

Para envasar alimentos se utiliza una amplia gama de materiales incluyendo papel, cartón, cartón fibra, películas de celulosa regenerada, películas poliméricas, recipientes semirrígidos y rígidos a partir de polímeros, hoja metálica, metales rígidos, vidrio, madera, tejidos y barro. La combinación o el uso individual de estos materiales inundan nuestra vida cotidiana (Brennan, 2006).

En las últimas décadas, los sistemas de envasado para alimentos han ido evolucionando como respuesta a las exigencias de los consumidores en cuanto a calidad, seguridad e incluso sobre la información de los productos que consumen. Como respuesta a estos cambios, necesidades y desafíos se desarrollan los llamados envases activos e inteligentes (Hernández, 2006).

IV. MARCO TEÓRICO

1. ENVASE ALIMENTARIO

Un envase alimentario se puede definir como todo aquel producto elaborado para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar productos alimenticios, con efectos directos e indirectos sobre el propio producto o sobre el consumo (Rodríguez M. 2013). El envase es elemento inseparable del producto que contiene. No es algo accesorio o separable, sino que pertenece al propio producto como unidad comercial.

2. TIPOS DE ENVASES

El tipo de envase atiende tanto al material del que está hecho como a la forma, aplicación o propósitos particulares, nivel de resistencia, como: botella, lata, caja, bolsa, ampolleta, pomo, frasco, estuche, blíster, etcétera.

Debe de analizarse si el tipo de envase es acorde a las características del producto y los gustos y costumbres en el mercado meta (Lerma A. 2010).

2.1. ENVASE PRIMARIO

Existen envases que requieren contener el producto mediante un envoltorio previo. Este envoltorio recibe el nombre de envase primario (primary packaging) contenedor interior (inner container) o primer contenedor (first container). Envase primario es, pues, aquel que está directamente en contacto con el producto. Contiene el producto y además lo protege (Cervera A. 2003).

2.2. ENVASE SECUNDARIO

El envase secundario es aquel que contiene uno o varios envases primarios, otorgándole protección para su distribución comercial. Habitualmente se desecha

cuando se utiliza el producto o cuando se almacena de forma particular (Cervera A. 2003).

2.3. ENVASE TERCIARIO

Es el agrupamiento de envases primarios o secundarios en un contenedor que los unifica y protege a lo largo del proceso de distribución comercial (Cervera A. 2003).

El ejemplo más claro se muestra en la Figura. 1, a continuación.

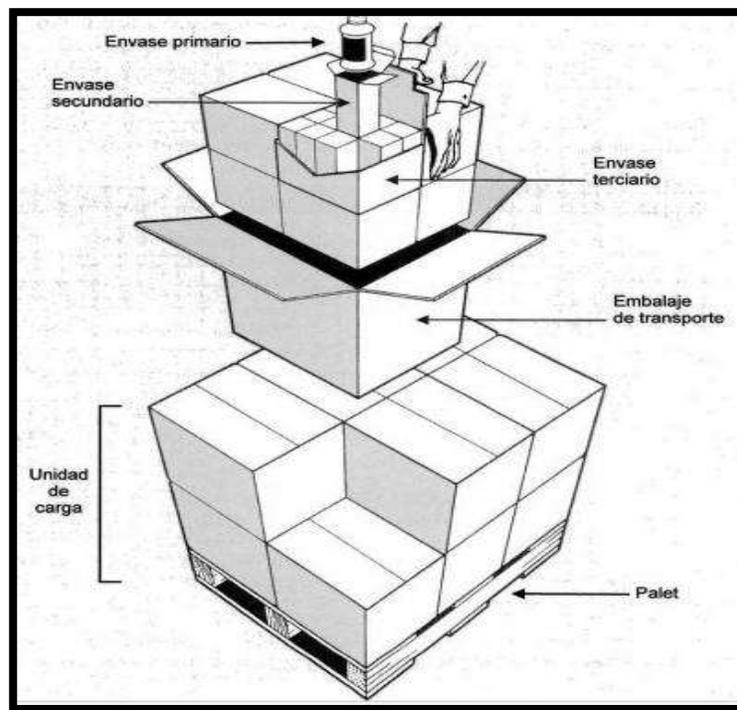


Fig. 1 Desarrollo de un conjunto envase/ embalaje (Cervera A. 2003).

3. CARACTERÍSTICAS Y NATURALEZA DEL ENVASE

Las características funcionales que debe reunir un envase según el escritor Ángel Cervera son los siguientes:

1. Resistencia: Debe garantizar la protección del producto, tanto en peso, como en rotura, apilado y transporte.
2. Hermeticidad: Debe asegurar que el sistema de cierre ajusta perfectamente, impidiendo por ejemplo la volatilización y derramamiento del producto.
3. Cierre: Hermético, pero con la posibilidad de abrirse sin dificultad en el momento de su consumo.
4. Inviolabilidad: Garantía de que el producto no ha sido manipulado antes de llegar a manos del consumidor.
5. Dispensación: Asegura la adecuada aplicación o dosificación en el momento del consumo evitando, en algunos casos, antiguos complementos como embudos, cucharas, etc. Disponiendo de mecanismos que forman parte del envase y que facilitan al consumidor el uso limpio, fácil y agradable del producto.
6. Compatibilidad: El producto que está en contacto directo con el envase debe ser compatible desde un punto de vista químico y físico. La resistencia al choque térmico producido por una carga a presión, la ultra congelación o el llenado en caliente puede crear tensiones en el envase. El punto de vista químico lo contempla el fabricante evitando reacciones que impliquen corrosión, solubilidad, etc.
7. Ergonomía: Facilidad de uso y adaptación del envase a la forma en que va a ser manipulado, destapado, trasladado, almacenado.
8. Versatilidad: Capacidad de proteger y conservar los productos en cualquier circunstancia, frente a diversos tipos de consumidores etc.
9. Comunicación: Debe proporcionar informaciones claras, con una identificación visual, normas de uso, caducidad, consideraciones medioambientales, etc.
10. Universalidad: La globalización de la economía significa entre otras cosas, que estamos en un gigantesco supermercado a escala planetaria, donde todo el mundo vende a todo el mundo y compite contra otros (Cervera A. 2003).

Existen diferentes tipos de materiales utilizados en la industria del 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, papel y cartón. 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. La Tabla 1 muestra las características que presentan los materiales utilizados en los envases.

Tabla 1. Materiales para envase y sus características.

MATERIALES	CARACTERÍSTICAS
Metal	Resistente, ligero, hermético, protección contra la luz y las radiaciones, conductor rápido de la temperatura, reciclable, no se puede usar en microondas, no es transparente, accesible a diseño gráfico, facilidad en la impresión.
Vidrio	Transparente, químicamente inerte, hermético, compatible con microondas, reciclable, reutilizable, resistente a la humedad, frágil a los golpes, no maleable.
Plástico	Ligero, maleable, versátil de formas y dimensiones, facilidad para la impresión, degradable, reciclable, no es resistente a la humedad, escasa protección contra golpes, fácil de estivar.
Madera	Resistente, variabilidad de formas y tamaños, ecológicos, reciclable y degradable, facilidad para estivar y almacenar.
Materiales complejos.	Fabricados principalmente con cartón corrugado de alto rendimiento, formados por varios materiales como espuma, plástico, poliestireno, madera y madera contrachapada. Aumentan el prestigio del producto y de la imagen de la marca gracias a un empaque adecuado para su finalidad.

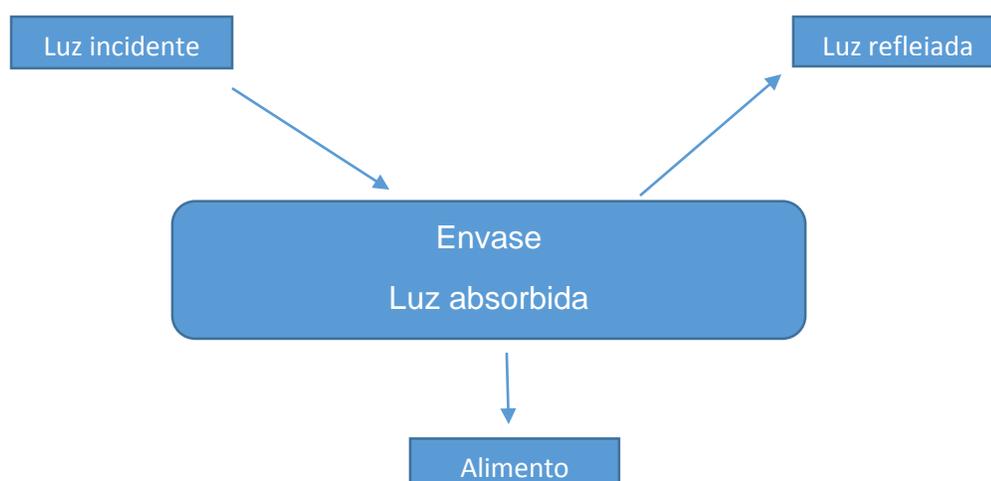
Fuente: Lerma A. 2010.

4. FUNCIÓN DE UN ENVASE

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 impida un deterioro significativo de la calidad.

Entre las funciones más importantes del envase, destacan:

- **Protección frente a la luz:** El envase protege al alimento de dos formas: reflejando y absorbiendo la luz.



De la intensidad inicial que impacta sobre el envase sólo llega al alimento aquella que no reflejada es capaz de atravesar el envase (Coles R, 2004).

Aquellos envases que deben mostrar el contenido deberán permitir el paso de la luz, pero aquellos alimentos susceptibles a la alteración, (Ej. Oxidación de los lípidos, destrucción de la riboflavina, una vitamina fotosensible, por exposición del producto a la luz solar y alteraciones del color) deben impedirla (Catalá, R. & Gavara, R. 2006).

Ejemplos de material de envase que cumplen ésta función son el papel, aluminio y vidrio ámbar.

- **Protección frente a la temperatura:** La temperatura es un agente de deterioro, aumenta la velocidad de las reacciones de deterioro como la

pérdida de componentes termo sensibles o la cristalización de la grasa. La capacidad aislante depende de la conductividad térmica y de su reflectividad. Baja conductividad: papel, cartón, poliestireno y poliuretano (Rodríguez E & Riera F 2003).

- **Protección frente a los agentes mecánicos:**

Resistencia a la tracción. - Fuerza máxima que es capaz de experimentar sin romperse. Resistencia a la tracción y % de extensión

Resistencia a la compresión. - Fuerza máxima que es capaz de soportar sin deformarse.

Resistencia a la rotura por impactos. - Fuerza máxima por unidad de superficie que es capaz de experimentar sin romperse. Resistencia a explosión (Rodríguez E & Riera F 2003). El material más utilizado es el metal.

- **Protección frente a la humidificación y deshidratación:** Los alimentos frescos que respiran y que generan una humedad relativa elevada requieren de una permeabilidad para permitir el intercambio de oxígeno y de dióxido de carbono a la atmósfera. Los alimentos que dan una humedad relativa baja como los deshidratados, las galletas o los aperitivos, requieren un envase que tenga permeabilidad al vapor de su agua baja.

El intercambio de agua es imprescindible para evitar el deterioro por microorganismos o enzimas, el secado o reblandamiento del producto la condensación en el interior del envase y el consiguiente crecimiento del moho (Alvarado, D. 2009).

- **Protección frente agentes biológicos:** Los envases fabricados con metal, cristal y polímeros son barreras para los microorganismos, parásitos, roedores, etc. pero las tapas o cierres son una fuente de contaminación. Esto se puede corregir utilizando muchos procesos tales como esterilización por calor, irradiación y calentamiento óhmico (Alvarado, D. 2009).

5. NORMATIVIDAD NACIONAL VIGENTE

Según la PROFECO (Procuraduría federal de consumidor) Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son las regulaciones técnicas obligatorias que contienen información, requisitos, especificaciones, procedimientos, metodología terminología, simbología, embalaje, mercado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación que permiten a las distintas dependencias gubernamentales (Secretaría de Salud, Economía, etc.), establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente.

Las normas que en éste caso nos competen son las específicas para el proceso de envasado de los alimentos, en la Tabla 2 se muestran las vigentes en la materia. Es importante apearnos a ellas ya que así, estaríamos evitando rechazos del producto, cosa que impacta fuertemente a la industria alimentaria en pérdida de ingresos.

Tabla 2. Normas Mexicanas de los Envases para Alimentos.

Clave	NOM-002-SSA1-1993
Titulo	Salud ambiental. Bienes y servicios. Envases metálicos para alimentos y bebidas. Especificaciones de la costura. Requisitos sanitarios.
Temas	Alimentos, bebidas, envases y plomo.
Publicación en el D.O.F	14/11/1994
Entrada en vigor	15/11/1994
Estado actual	Vigente
La norma NOM- 002-SSA1-1993 hace su enfoque a los envases que están constituidos de metales, para eliminar el riesgo de intoxicación por plomo-estaño derivado del uso de la soldadura para el pliegue de las costuras. Los fabricantes de envases metálicos destinados a contener alimentos y bebidas, así como los importadores, distribuidores de alimentos y bebidas enlatados,	

están obligados a cumplir con esta Norma Oficial Mexicana (http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/002ssa13.html).	
Clave	<i>NOM-130-SSA1-1995</i>
Titulo	Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre herméticos y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
Temas	Alimentos, envases.
Publicación en el D.O.F	21/11/1997
Entrada en vigor	2/05/1998
Estado actual	Vigente con modificación.
La norma NOM-130-SSA1-1995 especifica los microorganismos, aditivos, metales y disposiciones sanitarias que son permitidos en todos los alimentos que son envasados sometiéndolos a tratamiento térmico. (http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html).	

Fuente: Sánchez A.2016.

6. ENVASES INTELIGENTES

Hoy en día los consumidores prefieren pagar más por obtener un producto más fresco y con mayor calidad. Es por ello que se ha optado por auxiliarse de métodos que ayuden al consumidor a detectar las características del producto y son utilizados como nuevos métodos de envasado (Miltz P. et al 2005).

6.1. DEFINICIÓN

Los envases inteligentes se definen como sistemas de envasados que son aptos para proporcionar y emitir funciones inteligentes como detectar, censar, trazar, comunicar, para facilitar la decisión en torno a la vida de anaquel, incrementar su seguridad, aumentar seguridad, aumentar calidad, proveer información, e informar los posibles problemas (Han J. 2005).

6.2. CARACTERÍSTICAS

Este sistema de envasado contiene dispositivos que son capaces de captar y proveer información acerca de las funciones y propiedades del envasado alimentario, si estas están siendo las adecuadas y si se está cumpliendo correctamente la función de envasado. Estos cambios pueden ser activados por un cambio en el ambiente habitual al que debe estar el alimento, y gracias a éste sistema puede ser detectado por el consumidor, sin necesidad de abrir el producto (Gordon L. 2006).

6.3. TIPOS DE ENVASES INTELIGENTES

Como envases inteligentes se clasificarían aquellos que utilizan bien propiedades, o componentes del alimento o de algún material del envase, como indicadores del historial y calidad del producto (Hernández, R. 2006).

Aunque existen muchos tipos de sistemas inteligentes sólo unos pocos se encuentran en el mercado. Entre estos tenemos: Indicadores de tiempo y temperatura, Indicadores de calidad microbiológica, Indicadores de O₂, CO₂ u otros gases en la atmósfera del alimento.

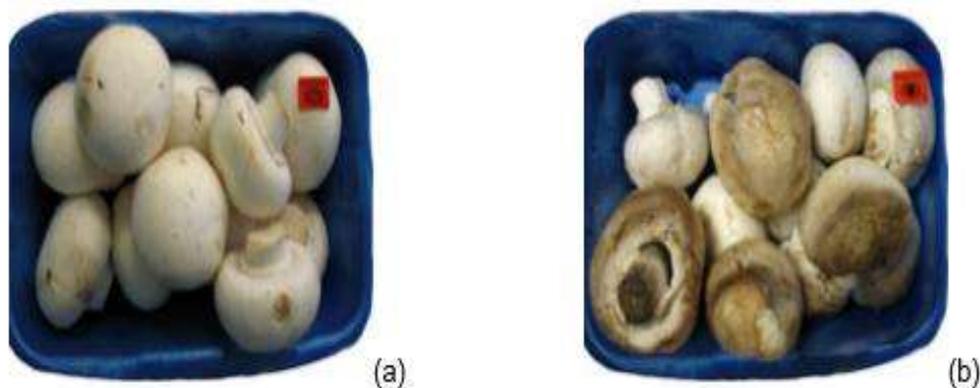
6.3.1. INDICADORES DE TIEMPO Y TEMPERATURA (TTI)

La temperatura es uno de los factores externos que influyen en las características organolépticas de los alimentos tanto para deterioraciones físicas, químicas y como el crecimiento microbiológico. Los indicadores TTI ayudan a monitorear el estado de frescura de los alimentos perecederos y existen dos tipos de dispositivos: los que reflejan el efecto acumulativo del tiempo y la temperatura por la exposición del producto a temperaturas superiores a un nivel crítico, son conocidos por sus siglas en inglés TTI y aquellos que indican si el producto ha sido sometido por debajo o por encima de un valor umbral o TI. El principio de operación es un cambio irreversible mecánico, químico, enzimático o microbiológico, generalmente expresado como una respuesta visible en forma de una deformación mecánica, la aparición o el cambio de color. Algunos ejemplos de estos son los de reacciones químicas como polimerización de cristales de diacetileno disustituidos, que dan como resultado un polímero coloreado o aquellos que se evidencia un cambio de color de la enzima lipasa. Las reacciones químicas que conducen a estos cambios de color pueden proporcionar a los consumidores una información útil respecto de la frescura del alimento, o del nivel de madurez de la fruta (Correa H & Diezma I 2015).

Se han probado para pescado fresco, con base en un cambio de color generado por las aminas volátiles que emanan con el transcurso de los días, y para el pollo, con base en el cambio de color de la mioglobina por acción del sulfuro de hidrógeno (H₂S) que se produce durante su almacenamiento (Herranz N. et al., 2012). Estos indicadores 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 del punto de referencia de temperatura crítica (Butler P., 2006).

Los alimentos beneficiados con este tipo de tecnologías son alimentos refrigerados y congelados. La Figura 2 muestra un ejemplo de empaques inteligentes con indicador TTI.

Figura 2. Imágenes del uso de un indicador de temperatura en champiñones.



(a) Manteniendo en el rango de temperatura adecuada. (b) Con fluctuaciones de temperatura fuera de los rangos permitidos (http://www.freshcheck.com/freshness_see.asp).

Estos indicadores se utilizan mucho en USA y Europa presentándose como un concepto nuevo y novedoso para el mercado. En la Tabla 3. Se nombran ejemplos de indicadores tiempo-temperatura aplicados para envase alimentario (Heinz S. 2000).

Tabla 3. Compañías que usan el sistema TTI.

COMPAÑÍA	PRINCIPIO INDICADOR
LIFELINES TECHNOLOGIES (FRESH TAG)	Cambio de color y polimerización
3M PACKAGING SYSTEMS DIVISION (MONITOR MARK)	Difusión física de un producto químico causando un cambio de color
I POINT AB (I POINT)	El dispositivo consiste en dos partes,

una contiene una solución enzimática, la otra una solución lipídica y un indicados de pH. Para activarlo, se rompe la separación entre las partes y ambos compuestos se mezclan. Mientras la reacción tiene lugar, la sustancia se hidroliza y el cambio de pH se observa con una variación de color.

Fuente: Heinz S. 2000.

6.3.2. INDICADORES DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA

Existe una enorme necesidad de detectar microorganismos antes de que éstos produzcan un daño. Los indicadores de calidad microbiana nos permiten monitorear el alimento para ser detectados de manera rápida y segura (Díaz, I. 2008).

Este tipo de dispositivo consiste en un compacto biosensor, que transmite 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, metabolitos como acetaldehído, amoniaco, pH) 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. Actualmente existen diferentes prototipos desarrollados entre ellos, biosensores de la compañía Toxin Alert (Ontario, California, USA) desarrolló un sistema de diagnóstico de toxinas llamado Toxin Guard, el cual es un sistema donde anticuerpos son incorporados al material plástico (película) para detectar los patógenos. Cuando estos anticuerpos detectan algún patógeno, el empaque/

envase manda una señal de alerta al consumidor o inspector. Este sistema está elaborado para detectar altas concentraciones de *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria*. Pero no es suficientemente sensible para detectar mínimas concentraciones de patógenos que también pueden ocasionar un daño (Han J. 2005).

Entre los sistemas de este tipo que se comercializan hoy en día podemos mencionar: Food Sentinel System, Sensor Q. (Figura 3).

Figura 3. Food Sentinel System, Sensor Q.



La detección del patógeno (con anticuerpo específico del m.o.) provoca una aparición de otra línea en el código de barras y con ello se hace imposible la lectura del mismo en la caja por lo que no se puede vender (Pineda D. 2016).

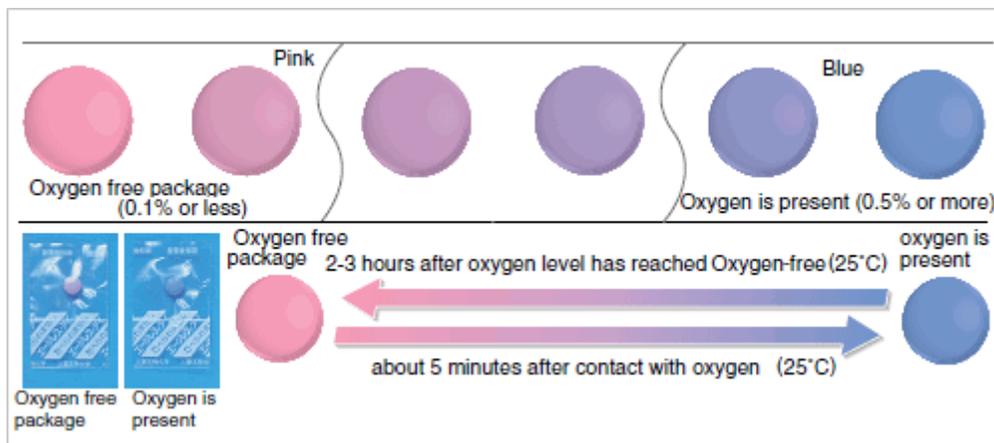
6.3.3. INDICADORES DE O₂, CO₂ U OTROS GASES EN LA ATMÓSFERA DEL ALIMENTO

Entre sus funciones principales se encuentra la de determinar algún tipo de fuga dentro del empaque de alimentos con atmósferas controladas, y también para la determinación de la frescura de los alimentos como en el caso de la identificación de etileno en frutas. Entre los empaques de este tipo que se están comercializando actualmente podemos mencionar:

-Ageless Eye ®, el cual es un indicador de oxígeno especialmente utilizado para ver si un empaque en ausencia de oxígeno sigue manteniendo su atmósfera inicial.

-Ripesense®, el cual es un indicador de la atmósfera que se genera debido a la maduración de la fruta (Begonya M. 2014).

Figura 4. Indicador/ detector de gases



Fuente: Begonya, 2014

Este sistema, además, supone un gran ahorro económico para la industria si funciona eficazmente, puesto que las técnicas para el control de calidad en Atmosferas modificadas (MAP) son costosas y requieren equipos analíticos

sofisticados como son los cromatógrafos de gases o bien espectroscopia infrarroja (FTIR), además de un operario entrenado para realizarlas. Por ello, se les exige a los sensores indicadores de oxígeno unos requisitos específicos que son los siguientes (Mills A. 2005):

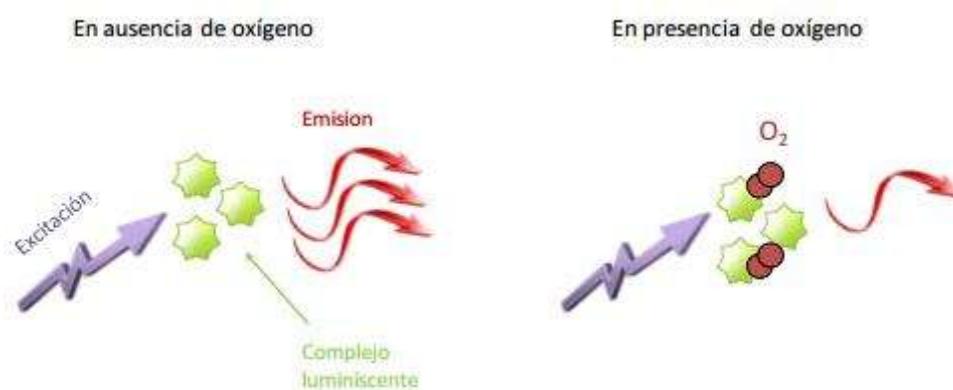
- Debe ser económico y no suponer un costo adicional al envase.
- No debe requerir técnicas analíticas para su interpretación, puesto que debe ser interpretada por una persona sin formación específica.
- No debe ser tóxico ni presentar un posible riesgo de migración al alimento.
- Debe ser fácilmente ajustable con respecto a la sensibilidad de oxígeno de 0,1 -2% según el alimento.
- Debe presentar una vida útil larga en condiciones ambientales.
- Debe presentar una reacción irreversible al oxígeno.
- Debe ser fácilmente incorporado al envase.

Actualmente los sensores de oxígeno presentan diversas variantes para su desarrollo, puesto que pueden variar en el formato del sensor, el tipo de respuesta, el mecanismo de reacción, y la formulación. Pero para este caso, se distinguen dos tipos claros según la respuesta que proporcionan: sensores basados en luminiscencia y sensores colorimétricos.

6.3.4. SENSORES DE LUMINISCENCIA

Basados en el fenómeno quenching fluorescente o desactivación fluorescente en este tipo de procesos ocurre una disminución de la intensidad de fluorescencia de una sustancia dada, esto puede ser resultado de varios mecanismos. Entre los cuales incluyen reacciones de los estados excitados, transferencia de energía, formación de complejos y quenching por colisiones. Para la desactivación de fluorescencia se requieren de contacto molecular entre la molécula fluorescente y

la molécula quencher. Este fenómeno es especialmente importante en soluciones acuosas donde las colisiones son frecuentes. En solución, el proceso difusional limita la velocidad con que ambas moléculas, especie excitada y quencher, se encuentran, pero hace prolongado el encuentro pudiendo ocurrir cientos de choques antes de separarse. Una gran variedad de sustancias pueden actuar como quenchers de fluorescencia (Marín M. 2013). Uno de los mejores ejemplos de quenching colisional está dado por el quenching de fluorescencia provee evidencia de interacciones moleculares, en el cual el oxígeno molecular actúa como desactivador químico provocando la pérdida de intensidad fluorescente que emite una especie luminófora excitada electrónicamente. Las ventajas de este tipo de sensor son que cumplen el requisito de ajustar la respuesta a la concentración de oxígeno. Pero presentan el inconveniente de que requieren de instrumentos analíticos para interpretar la respuesta del sensor y no del ojo humano. Además, son reversibles (Papkovsky *et al.*, 2000 y Mills A, 2005).



Fuente: Marín A. 2013

Figura 5. Atenuación de luminiscencia de un complejo luminiscente ante la presencia de oxígeno.

6.3.5. SENSORES COLORIMÉTRICOS

Existen complejos de oxígeno los cuales se basan en complejos ya existentes que cambian de color con la presencia de oxígeno, como por ejemplo el paso de

deoximioglobina (rojo púrpura) a oximioglobina (rojo vivo). Este tipo de sensor presenta como ventaja que el colorante es un biocomponente de fácil obtención, pero por ello también es sensible a los cambios de temperatura por lo que para que funcione correctamente debe almacenarse a temperaturas de refrigeración, ya que la respuesta que proporciona se ve fácilmente alterada por la temperatura. Por otra parte, la reacción es reversible (Chung *et al.*, 1995).

Existen otros sensores redox los cuales están basados en un colorante redox colorimétrico. Un ejemplo que se comercializa en la actualidad es el Agelesseye® basado en azul de metileno como colorante redox, glucosa en solución alcalina como agente reductor y un colorante no redox, Acid Red 52, que proporciona un color rosa base al indicador. Este indicador se comercializa en forma de pastilla junto con un secuestrador de oxígeno que actúa previamente reduciendo la concentración de oxígeno en el espacio de cabeza del envase, de modo que el sensor actúa como garantía de que la atmósfera que rodea al alimento permanece con ausencia de oxígeno. Este indicador posee una sensibilidad muy elevada y su tiempo de reacción es relativamente corto, cambiando de color cuando la concentración supera el 0,1% de oxígeno en 2-3 horas y en 5 minutos cuando se supera la concentración de 0,5% O₂. Su mayor inconveniente es el costo, también lo son las condiciones de almacenamiento puesto que es sensible a la humedad y ha de conservarse en condiciones anaerobias y, finalmente, la reversibilidad (Mills M. 2005).

También existen sensores redox con activación por luz, estos se basan en la reducción de un colorante fotoexcitado por parte de un donante de electrones de sacrificio y su posterior recuperación de color cuando el colorante se oxida. Los colorantes más utilizados para estos casos han sido la proflavina, porfirinas y riboflavina. Ésta última, por ejemplo, es altamente fluorescente en su estado oxidado, y no fluorescente en su estado reducido, haciendo que el sistema indicador proporcione una respuesta muy clara sobre la presencia de oxígeno y aún más eficaz cuando se utiliza técnicas fluorimétricas para detectar la respuesta

del sensor. Otros colorantes con los que se ha trabajado ha sido el colorante redox azul de metileno que se activa por luz UV-Vis a color blanco siempre que no haya oxígeno, y recupera su color azul al ser expuesto a la presencia de oxígeno. Este último desarrollo presenta muchas características atractivas incluyendo: capacidad de almacenamiento (no es un indicador hasta que no se activa con luz y no tiene componentes que reaccionen fácilmente con el oxígeno), cambio de color óptico, irreversibilidad y reutilización (Bautista L. 2011).

7. IMPLEMENTACIÓN EN EL MERCADO

La aplicación del sistema de envasado inteligente va de la mano con el desarrollo de nuevas tecnologías (nanotecnología, sistematización, computación) esto va a proporcionar mayor efectividad en sus aplicaciones. Una de las aplicaciones atractivas para los sistemas inteligentes en el área de alimentos, se encuentra en aumentar el rastreo de productos y aplicaciones del sistema HACCP donde ambos trabajen en conjunto, ya que no existe sistema alguno donde con precisión tenga un vínculo y se pueda tomar decisiones en base a la seguridad del alimento.

Se cree que un futuro mucha de la información que contiene un producto va a 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 (Yam K. 2005).

8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ENVASES INTELIGENTES

En general, las ventajas que este tipo de envases proporcionan son las siguientes:

- Fácilmente activables
- Muestran una indicación fácilmente medible
- Su acción es irreversible

- Los microorganismos no generan resistencia frente a él
- Finalmente son fácilmente correlacionables con la calidad del alimento.

Respecto a las desventajas presenta pocas como son:

- Generación in situ
- Requiere una gran cantidad de energía para su producción
- Su acción es poco prolongada
- Elevados costos (Rodríguez R. et al. 2014).

9. NUEVAS TENDENCIAS EN ENVASES INTELIGENTES

Podemos mencionar algunos otros sistemas inteligentes de envasado, donde no necesariamente van a revelar alguna información, sino que simplemente van a proveer comodidad y facilidad de uso.

Actualmente se está desarrollando una mayor investigación en este ámbito con respecto al empaque y podemos encontrar, envases caloríferos o refrigerantes, los cuales actúan a través de reacciones exotérmicas o endotérmicas según sea el caso u otros tipos de procedimientos patentados por diferentes universidades y empresas (Gorden L. 2006).

Así podemos mencionar los empaques auto-calentables (Figura 6) creados por la empresa Fast Drink, o los envases auto-enfriables (Figura 7) elaborados por la empresa coreana ICETEC INC.

Figura 6.- Envase auto-calentable



Fuente: <http://la-base-de-la-ciencia.blogspot.mx/2013/08/comidas-y-bebidas-autocalentables-y.html>.

Mezclando 100 ml de agua con 40g de cloruro de calcio (CaCl_2) se puede conseguir que la temperatura del sistema pueda subir desde la temperatura ambiente de 20°C a 90°C . Es una reacción muy exotérmica, por ello calienta tan rápido estos envases. También se podría utilizar, óxido de calcio, sulfato de cobre (anhidro) o sulfato de magnesio (Andreu M. 2012).

Figura 7. Envase auto- enfriables



Fuente:

<http://www.envapack.com/envase-termicos-de-curiosidad-a-la-realidad/>

Las sustancias que se emplean en los envases auto-enfriables suelen ser nitrato amónico (NH_4NO_3) o nitrito amónico (NH_4NO_2), que, al disolverse en agua, absorben calor del sistema. Las disoluciones del NH_4NO_3 , por ejemplo, puede hacer que la temperatura del agua pase de 25°C a 1°C en pocos minutos (Martínez J. 2006).

También podemos mencionar la introducción de avisos acústicos, tal como lo ha hecho la empresa noruega TORO el cual posee un envase que emite un aviso acústico cuando la preparación que es introducida al microondas está lista (Pineda D. 2016).

Figura 8.- Envase con aviso acústico



(Pineda D. 2016).

10. CONCLUSIÓN

El empaque es un importante aliado de la conservación de los alimentos, las demandas de los consumidores como es el caso de consumo de alimentos frescos, de calidad nutricional, libre de aditivos químicos, con tratamientos para evitar su contaminación, etc. son algunas de éstas. Por ello es importante el desarrollo de nuevas formas de envasado el cual reemplace el tipo convencional y de esa forma poder optimizar la conservación de los alimentos cubriendo así las necesidades de los consumidores.

Por primera vez la ciencia de empaques/ envases, la ciencia de alimentos, biotecnología, información tecnológica, nanotecnología y otras tecnologías se reúnen para encontrar soluciones e innovar en la industria de los alimentos el envasado. A pesar de algunos obstáculos, como son las restricciones legislativas, la resistencia de los consumidores, falta de conocimiento, impacto al medio ambiente, costo; Los envases inteligentes se han venido desarrollando e incorporando en la industria de los alimentos, ofreciendo un nuevo campo y oportunidades al aumentar la seguridad de los alimentos, calidad, extender su vida de anaquel, proveer comodidad y confort. El desarrollo de estos sistemas necesita investigación continua para pensar más allá de lo que un contenedor puede impactar al producto partiendo de las características tradicionales.

La nueva era de los envases está latente, es sorprendente la creatividad del ser humano para innovar nuestro entorno, principalmente en ésta área de la industria alimenticia, este tipo de sistema ha traído un novedoso avance para realizar mejoras en los diferentes tipos de envases.

11. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado D. 2009. Envasado en la industria y sus nuevas tendencias. Tesis de ingeniería en ciencia y tecnología de los alimentos. Coahuila México. Universidad autónoma agraria.

Andreu M. 2012. Bebidas autocalentables. Inmersos en la ciencia. Disponible: <http://ampliacionfq.blogspot.mx/2012/11/bebidas-autocalentables-o-autoenfriables.html>.

Bautista Suárez, L. (2011). Degradación de colorantes (azul de metileno) por métodos electroquímicos. Tesis. Universidad Veracruzana México.

Begonya M. 2014. Envases activos. Estrategias para mejorar la seguridad y alargar la vida útil de los alimentos. Irlta. Zaragoza.

Brennan, J. G. (2006). Food Processing Handbook. Edited by James G. Brennan Copyright © 2006 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Germany. Pp: 291.

Butler P. 2006. Developing a new datin game. Materials world. Disponible en www.smarttpackaging.co.uk/Downlad.htm.

Catalá, R. y Gavara, R. (2006). La innovación tecnológica en los envases para alimentos. Eurocarne, 145, 49-58.

Cervera A. 2003. Envase y embalaje. Segunda edición. Madrid España. ESIC.

Chung, K. e; Esther, H. I.; Davidson, M. S.; Dunn, B. S.; Valentine, J. S.; Zink, I. (1995) Anal. Chem., 67, 1505–1509.

Coles, R.; Mcdowell, D. y Kirwan, M.J. (2004). Manual del envasado de alimentos y bebidas. Editorial amv-mundi-prensa, Madrid.

Correa Hernando E C., Diezma Iglesias B. (2015). Envases inteligentes que mejoran los zumos. Revista alimentaria. 461, 9-17.

Cruz, C. H. (2006). Los envases para alimentos y su diseño. Mundo Alimentario Marzo – Abril: 26 – 28.

Díaz I. 2008. Envases activos e inteligentes. Universidad Nacional de Quilmes. Disponible: www.calidaalimentaria.net/netenvases_inteli.php.

Gorden L. 2006. Food packagaingn principles and practice. Boca ratón, Florida. Ed. Tayloy & Francis group.

Han J. 2005. Innovations in food packaging monitoba, Canadá. Ed Sevier Academic press.

Heinz S. 2000. Tecnología de fabricación de conservas, Zaragoza, España. Ed Acribia, S.A.

Hernández R, M. 2006. Evolución de los envases inteligentes en la industria alimenticia. Alimenpack Septiembre- Octubre: 23-31.

Hernández, R. M. (2006). Evolución de los envases inteligentes en la industria alimenticia. Alimenpack Septiembre – Octubre: 23 – 31.

Herranz N., Lorente I., Calvo T., Otero S., Inarejos J., Rodríguez L., (2012). Aplicaciones del envasado inteligente para productos de V gama. 186, 26-28.

<http://www.envapack.com/envase-termicos-de-curiosidad-a-la-realidad/>.

Consultado el 16 de Enero 2017.

<http://la-base-de-la-ciencia.blogspot.mx/2013/08/comidas-y-bebidas-autocalentables-y.html>. Consultado el 28 de febrero del 2017.

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/002ssa13.html> Consultado el 20 de febrero del 2017.

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html>. Consultado el 27 de febrero del 2017.

Instituto de Tecnología Alimentaria Medellín, Antioquia. (2004). Nuevas tecnologías en la conservación de alimentos. Mundo Alimentario Noviembre – Diciembre. Disponible en:

[http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA003_nuevaconservacion WS F.pdf](http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA003_nuevaconservacion_WS_F.pdf). Fecha de consulta: 10 de Diciembre 2016.

Lerma A. 2010. Desarrollo de nuevos productos. Cuarta edición. México DF. Lengage learning.

Marín Suárez del Toro, M. (2013). Desarrollo de nuevas fases sensoras ópticas para el control de oxígeno molecular con aplicaciones biotecnológicas, industriales y clínicas. Universidad de Granada. pp 23.

Martínez J. 2006. Química al alcance de todos. Ed. Pearson Alhambra Madrid. 393 p. Disponible en <http://la-base-de-la-ciencia.blogspot.mx/p/bibliografia.html>

Mills, A. (2005). Oxygen indicators and intelligent inks for packaging food. The Royal Society of Chemistry, 34, 1003-1011.

Miltz P. et al 2005. Intelligent packagign concepts and aplicaciones. Vol. 70 N° 1, publicada en web 12/22/2004.

Papkovsky, D.B; Papkovskaia, A.; Smyth, J.K; Orgutsov, V.I (2000), Anal. Lett, 33, 1755-1777.

Pineda D. 2016. Envases inteligentes en la industria de los alimentos. Inventa alimentos y bebidas. Disponible: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2894/Envases%20inteligentes%20en%20la%20Industria%20Alimenticia.pdf>. Fecha de consulta: 22 de Noviembre del 2016.

Rodríguez M. (2013) Envasado y acondicionamiento de productos lácteos INAE0209. Málaga España. IC

Rodríguez Pin, E., Rodríguez Pin, M. y Riera Rodríguez, f. (2003). Envases y embalajes plásticos alimentarios. Alimentación, equipos y tecnología. 176, 52-63.

Rodríguez R. et al. 2014. Envases inteligentes de la conservación de alimentos. Ra Ximhai Vol. 10, Número 6 Edición Especial

Sánchez A.2016. Normas oficiales mexicanas alimentos. COFEPRIS. Recuperado el 8 de diciembre del 2016. <http://www.profeco.gob.mx/juridico/noms.asp>

Yam K. 2005. Inteligent packaging concepts and aplicaciones . Vol. 70. N°1.