

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2014

ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Raquel Rodríguez-Sauceda; Gustavo E. Rojo-Martínez; Rosa Martínez-Ruiz; Hugo H. Piña-Ruiz; Benito Ramírez-Valverde; Humberto Vaquera-Huerta y Milagros de la C. Cong-Hermida

Ra Ximhai, Julio - Diciembre, 2014/Vol. 10, Número 6 Edición Especial
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 151 - 173



e-revist@s

ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

SMART PACKAGING FOR FOOD PRESERVATION

Raquel **Rodríguez-Sauceda**¹; Gustavo E. **Rojo-Martínez**²; Rosa **Martínez-Ruiz**²; Hugo H. **Piña-Ruiz**²; Benito **Ramírez-Valverde**³; Humberto **Vaquera-Huerta**³ y Milagros de la C. **Cong-Hermida**²

¹Estudiante de Postgrado del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Los Recursos Naturales, ofertado por la Universidad Autónoma Indígena de México, correo electrónico: raquelrodriguez@hotmail.com. ²Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma Indígena de México. ³Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

RESUMEN

Uno de los mayores retos de la industria de los alimentos es la conservación de los mismos, es decir, evitar que sean atacados por microorganismos que los descompongan acarreado pérdidas económicas y daños graves a la salud de los consumidores. En la actualidad, la competencia en la industria alimentaria es muy elevada y cualquier empresa que no ofrezca la calidad en sus productos está condenada al fracaso. El consumidor exige cada vez más y la industria se mantiene en pie ofreciendo lo que se le pide: calidad, seguridad e inocuidad. El envase, 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, nacen así los conceptos de envases activos e inteligentes. Un envase inteligente se define como un sistema que monitoriza las condiciones del producto envasado, siendo capaz de registrar y aportar información sobre la calidad del producto o el estado del envase, poniendo en evidencia las posibles prácticas "anormales" que haya sufrido el alimento o el envase durante toda la cadena de suministro, como lo es el transporte o el almacenamiento. Estos sistemas monitorizan los mecanismos de alteración del alimento que son debidos a procesos fisiológicos, químicos y biológicos, que responden y comunican cambios en la condición del producto como tiempo-temperatura, Oxígeno, dióxido de Carbono, crecimiento microbiano, etc. Existen diferentes tipos de envases inteligentes como lo son indicadores tiempo-temperatura, indicadores de color, indicadores de patógenos e indicadores de fugas, por mencionar algunos. A través de la revisión de literatura, se encontraron argumentos que demuestran la utilidad y necesidad del uso de envases inteligentes para preservar la calidad y seguridad del producto que contiene, desde su fabricación hasta el momento en que es utilizado por el consumidor, ya que éstos además de comunicar o dar información acerca de su estado, actúan como herramienta de marketing.

Palabras clave: inocuidad, seguridad, consumidor, aportar información, comunicar, calidad del producto.

SUMMARY

One of the biggest challenges of the food industry is the preservation of its products, that is, to prevent them from being attacked by microorganisms that decompose them hauling economic losses and severe health damage to the consumer. Today, competition in the food industry is very high and any company that does not offer the quality products is doomed to fail. Consumers demand more and the industry still stands offering what is asked: quality, security and safety. The package, in addition to fulfilling its core functions is becoming a means of sophisticated interactions with content and a record of relevant information for both the end consumer and intermediate players in the value chain and concepts are born of active and intelligent packaging. A smart container is defined as a system that monitors the condition of the packaged product, being able to register and provide information about product quality or condition of the container, showing the possible "abnormal" practices that have suffered the product or the container during the entire supply chain, such as transportation or storage. These systems monitor the mechanisms of altered food due to physiological, chemical and biological processes that respond and communicate changes in the status of the product as time-temperature, Oxygen, Carbon dioxide, microbial growth, etc. There are different types of smart packaging such as time-temperature indicators, color indicators, indicators of pathogens and indicators of leaks, to name a few. Through literature review, arguments that demonstrate the usefulness and necessity of the use of smart packaging to preserve the quality and safety of the product it contains, from manufacturing to the time it is used by consumers were found, as these besides communicating or providing information about their state, acting as a marketing tool.

Keywords: safety, security, consumer, providing information, communication, product quality.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores retos de la industria de los alimentos es la conservación de los mismos, es decir, evitar que sean atacados por microorganismos que los descompongan acarreado pérdidas económicas y daños graves a la salud de los consumidores.

La seguridad alimentaria podría definirse como todas las medidas que se llevan a cabo para garantizar la inocuidad de los alimentos, es decir, que sean sanos, seguros y cumplan con las expectativas del consumidor. Para poder conseguir todos estos propósitos debe estudiarse el

origen, la composición y la estructura de los alimentos y dictaminar si son comestibles a partir de una valoración toxicológica y otra biológica. La primera hace referencia a los efectos nocivos de los alimentos y la segunda a su contenido en patógenos.

El trabajo sigue con una constante vigilancia a lo largo de toda la cadena alimentaria adoptando, si es necesario, medidas preventivas que garanticen la inocuidad de todos los alimentos. Esta competencia debe conocer también los distintos métodos de análisis, sean físicos, químicos o sensoriales, que se llevan a cabo en las industrias. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la inocuidad absoluta, desde el punto de vista sanitario, de todos los alimentos que se consumen es imposible ya que llevan consigo un riesgo inherente; no se puede precisar al cien por cien la reacción de nuestro cuerpo frente a todo lo que comemos.

En la actualidad, la competencia en la industria alimentaria es muy elevada y cualquier empresa que no ofrezca la calidad en sus productos está condenada al fracaso. El consumidor exige cada vez más y la industria se mantiene en pie ofreciendo lo que se le pide: calidad, seguridad e inocuidad. Es importante, pues, destacar la labor que llevan a cabo las autoridades para poder ofrecer los alimentos de excelente calidad (Gimferrer, 2009).

Las tecnologías emergentes en materia de conservación de alimentos, se han convertido en el centro de atención de gran parte de la industria alimentaria.

Pero mientras que el abanico de posibilidades es amplio, la atención de la industria se centra fundamentalmente en las tecnologías más conocidas, y cuya aplicación industrial ha sido realizada con éxito. Esto provoca que no haya una buena difusión de estas tecnologías entre las industrias.

Los procesos de conservación que la industria demanda deben permitir obtener productos de excelente calidad, a un precio razonable y que, por encima de todo, sean seguros. Así, se busca que los nuevos métodos de tratamiento y conservación, sean menos agresivos con el alimento, con un menor consumo energético y más eficaz contra enzimas y microorganismos alterantes patógenos (Anónimo, 2006).

En los últimos tiempos, el consumidor valora no solo la vida útil, sino también la calidad de los alimentos, la cual ha llevado al nacimiento del concepto de conservación utilizando tratamientos no térmicos. El objetivo con el que se están desarrollando estos métodos, es eliminar, o al menos minimizar, la degradación de la calidad de los alimentos que se produce con el proceso térmico. Los alimentos pueden ser procesados por tratamientos no térmicos utilizando presiones hidrostáticas, campos magnéticos oscilantes, campos eléctricos pulsantes de alta intensidad, pulsos luminosos intensos, irradiación, métodos químicos, bioquímicos y métodos combinados. Aunque estas tecnologías se han usado durante mucho tiempo para inactivar los microorganismos y conservar alimentos, es en los últimos años cuando han alcanzado interés (Instituto de Tecnología Medellín, 2004).

Los procesadores alimenticios invierten cantidad de tiempo, atención y dinero en garantizar que sus productos sean preparados y procesados siguiendo las normativas estándar de su formulación. Teniendo esto en mente, poner ese producto en un empaque con categoría inferior, es una garantía de desperdicio de todo el trabajo invertido. Por una parte, si se elige el empaque adecuado se puede aumentar las ventas y visibilidad del producto (Anónimo, 2006).

Los cambios en la manera en la que los alimentos se producen, distribuyen, almacenan y se venden, reflejan el continuo incremento en las demandas de los consumidores en términos de calidad y prolongación de vida comercial. Entre los diferentes sistemas que garantizan estas expectativas, hay que destacar de forma especialmente significativa al envasado.

Las cada vez más altas exigencias de calidad de los productos, significan que el desempeño del envase que los contiene ya no se mide según las tres funciones típicas, que son contener, proteger e informar, y que se conceptualizan como los elementos satisfactorios del consumidor final. Actualmente existe una gran variedad de materiales, con diferentes permeabilidades a los gases, con resistencias variables y *permisividad* a la luz (transparentes, traslúcidos, opacos), pero además, existen elementos que permiten conocer si la temperatura ha sido constante durante el almacenamiento o si ha habido, por tanto, roturas de la cadena del frío, así como la concentración y la composición del gas en el interior (Rodríguez, 2004).

En la actualidad el envase, 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, nacen así los conceptos de envases activos e inteligentes. Se considera que un envase puede calificarse como activo cuando desarrolla alguna otra función que la de proporcionar una barrera inerte frente a las condiciones externas, por otro lado, como envases inteligentes se clasificarían aquellos que utilizan propiedades, componentes del alimento o de algún material del envase como indicadores del historial y calidad del producto.

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).

El propósito de esta investigación es, a través de una revisión de literatura, buscar argumentos que demuestren la utilidad y necesidad del uso de envases inteligentes, ya que la finalidad de estos es preservar la calidad y seguridad del producto que contiene, desde su fabricación hasta el momento en que es utilizado por el consumidor además de comunicar o dar información acerca de su estado o actuar como herramienta de marketing.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se adeco la información disponible en diversas fuentes de información documental. La elaboración de este trabajo contempla de manera principal los siguientes puntos: Envasado; calidad; producción; inocuidad; precio; herramientas de marketing; envases inteligentes; envases activos; productos; cadena de producción; salud; alimentos; conservación; tipos de envases inteligentes; función de los envases inteligentes; generalidades del envasado; importancia económica; almacenamiento; protección; empaado y transporte; daños físicos, químicos y biológicos de los alimentos; pulsos eléctricos; ultrasonido; indicadores de frescura; indicadores tiempo-temperatura; indicadores de color; envases que hablan; indicadores de fugas; innovaciones tecnológicas de envasado; clasificación de envases; microondas; pulsos de luz; campos magnéticos oscilantes; campos eléctricos pulsantes de alta intensidad; altas presiones; envasado tradicional; envasado al vacío; atmósferas controladas; envasado en atmósferas controladas.

Los temas se adecuaron al objetivo del trabajo. Para el desarrollo del presente trabajo, se ha utilizado variada información en virtud de las necesidades de datos requeridos. Es por ello que se debió recurrir a fuentes secundarias de información.

Al respecto, la información utilizada proviene de variados orígenes, entre los cuales principalmente se utilizaron los siguientes:

- Artículos de periódicos especializados
- Libros sobre funciones y requerimientos del envasado de alimentos
- Información obtenida a través de la red de internet
- Cuerpos legales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de conseguir productos más sanos, con mayor vida útil, y a la vez ofrecer al consumidor, alimentos con mínimo procesamiento, con una óptima calidad microbiológica y con pocas modificaciones en el aroma, sabor y el valor nutritivo, se han desarrollado tecnologías enfocadas hacia el mantenimiento o la conservación de alimentos, cuyo objetivo es la búsqueda de tratamientos térmicos alternativos y el desarrollo de tratamientos no térmicos de conservación (García, 2007).

La cada vez mayor demanda de alimentos mínimamente procesados por parte del consumidor ha impulsado, entre muchas otras cosas, el desarrollo de nuevos métodos de conservación. Los procesos no térmicos, pueden utilizarse para procesar el alimento sin que se vea afectada su calidad y, por tanto, manteniendo sus características organolépticas intactas. Aunque la eficacia de estos métodos se conoce desde hace tiempo, no ha sido hasta ahora cuando se han producido los mayores avances tecnológicos que han hecho posible su comercialización.

La aparición de productos mínimamente procesados está asociada a cambios en los hábitos de consumo: el cliente demanda comida de fácil preparación, mínimo tiempo de elaboración y máxima seguridad. Bajo estas premisas, la industria alimentaria ha desarrollado nuevas tecnologías que permiten el desarrollo de alimentos más seguros. Mediante estos mecanismos de conservación y transformación se obtiene un alimento que, generalmente, puede consumirse crudo o después de haber sido sometido a un tratamiento térmico suave. Se trata de alimentos con una elevada calidad, tanto nutritiva como sensorial, y a la vez con un mínimo procesamiento que garantiza unas propiedades organolépticas excelentes. Además, permite alargar su vida útil y satisfacer los gustos del consumidor.

Los mayores avances de estas nuevas tecnologías se han conseguido con el desarrollo de sistemas físicos que comprometen la viabilidad de los microorganismos, es decir, los elimina sin necesidad de que se produzca un aumento de la temperatura del alimento, y es que el hecho de someter los alimentos a altas temperaturas favorece la pérdida de valor nutricional y organoléptico. Estos métodos, llamados no térmicos, no afectan o lo hacen de forma muy leve, a las características nutritivas y sensoriales de los alimentos (Gimferrer, 2009).

Existen diferentes tecnologías tanto de conservación como de envasado de alimentos, entre los cuales tenemos las siguientes:

-Pulsos eléctricos. Aplicación de campos eléctricos de elevado voltaje durante tiempos muy cortos para la higienización de alimentos con una mínima alteración de las propiedades naturales del producto. Se utilizan para el desarrollo a escala industrial de sistemas de higienización por campo eléctrico pulsado (Anónimo, 2006).

-Ultrasonidos. Pueden definirse como ondas acústicas inaudibles, para la conservación de los alimentos las ondas ultrasónicas más eficaces, son las de baja frecuencia (18-100 kHz) y alta intensidad (10-1000 W/cm²). El efecto conservador de los ultrasonidos está asociado a los fenómenos de cavitación gaseosa, que explica la formación de micro burbujas en un medio líquido. La cavitación se produce en las regiones de un líquido en el que se producen ciclos de expansión y compresión de forma alterna.

Durante los ciclos de expansión los ultrasonidos provocan el crecimiento de las burbujas existentes en el medio o la formación de otras nuevas y, cuando éstas alcanzan un volumen al

que no pueden absorber más energía, implosionan violentamente para volver al tamaño original. Esta acción supone la liberación de toda la energía acumulada, ocasionando incrementos de temperatura instantáneos que no suponen una elevación sustancial de la temperatura del líquido tratado. Sin embargo, la energía liberada sí afecta la estructura de las células situadas en el entorno. Se ha demostrado que las formas esporuladas son tremendamente resistentes a la acción de los ultrasonidos (se requieren horas para su inactivación), mucho más que las formas vegetativas. Así, el efecto de los ultrasonidos sobre los patógenos en los alimentos es limitado y depende de múltiples factores. Por ello, la inactivación microbiana se produce como consecuencia de una mezcla, simultánea o alterna, con otras técnicas de conservación (Gimferrer, 2009).

-Microondas. Consiste en el uso de microondas para la obtención de alimentos deshidratados a través del desarrollo de nuevas técnicas que permitan extraer el agua evaporada. Es mayormente utilizado en la confección de platos preparados (Anónimo, 2006).

-Pulsos de luz. Estos inducen reacciones fotoquímicas y foto termales en los alimentos, causando la muerte de gran cantidad de microorganismos, especialmente en productos alimenticios empacados (Rodríguez, 2004).

-Campos magnéticos oscilantes. Estos producen inhibición en el crecimiento y reproducción de los microorganismos, un simple pulso de intensidad de 5-10 tesla y frecuencias de 5-500 kHz es suficiente para reducir el número de microorganismos a un mínimo de 2 ciclos logarítmicos. Se ha comprobado que estas tecnologías alargan la vida de anaquel de diversos productos alimenticios y pueden ser consideradas como sustitutos parciales de los procesos convencionales de pasteurización y/o esterilización de alimentos.

-Campos eléctricos pulsantes de alta intensidad (CEPAI). La pasteurización con CEPAI involucra la utilización de pulsos eléctricos de alto voltaje en el alimento colocado entre dos electrodos (Anónimo, 2006).

-Altas presiones. Algunas técnicas permiten incrementar la vida comercial de productos frescos después de su elaboración, esta técnica se basa en el tratamiento de un producto por encima de 100 MPa, una elevada presión, que consigue afectar, especialmente, a las membranas celulares y a la estructura de algunas proteínas sensibles, lo cual provoca la inactivación de los microorganismos por interrupción de sus funciones celulares, sin alterar el contenido nutricional de los alimentos (Rodríguez, 2005).

-Envasado tradicional. Envasado habitual, sin ninguna modificación gaseosa, donde lo único que se pretende es evitar contaminaciones cruzadas desde otros alimentos, manipuladores o el ambiente (Rodríguez, 2004).

-Envasado al vacío. Consiste en la eliminación del aire que rodea al alimento, reduciendo por tanto degradaciones del alimento por parte del oxígeno, así como dificultando el crecimiento de muchos microorganismos. Es uno de los métodos que se emplea para envasar productos como el café, arroz o las especias. Lo más novedoso en este tipo de envasado, es el envasado al vacío tipo "skin", es decir un envasado que recubre al alimento totalmente como una segunda piel.

-Atmósferas controladas. La composición del gas que rodea al alimento se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado. Normalmente la composición suele estar dominada por nitrógeno y CO₂ (Rodríguez, 2004).

-Envasado en atmósferas modificadas (MAP). En este método también se sustituye el aire que envuelve al alimento por un gas o mezcla de gases. En este caso, la composición de gases se ajusta generalmente en el momento de envasar el alimento y posteriormente, dependiendo del tipo de alimento y del material del envase (si es permeable), esa composición se irá modificando

con el tiempo. Los gases más utilizados son el oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono, que producen un efecto individual o combinado para mantener la calidad de los alimentos. La mayor parte de los productos comercializados con este tipo de envasado no lleva ninguna indicación o indican *envasado en atmósfera protectora*. Actualmente, el MAP se aplica a todo tipo de alimentos y se estima que en una década más de la mitad de los alimentos se envasarán por este sistema.

Debido al precio y a la facilidad de uso, los sistemas más empleados son el vacío y la atmósfera modificada, pero estos sistemas tradicionales de envasado tienen limitaciones, y por ello se han desarrollado y se están desarrollando nuevos sistemas, conocidos como envasado activo y envasado inteligente (Coma, 2006).

Generalidades del envasado

Los alimentos han sido envasados de muy diversas maneras desde hace miles de años. El envasado, además de ayudar a guardar o transportar los alimentos, los preservaba y los protegía de agentes ambientales dañinos como el agua, el aire o la luz. Los primeros envases de alimentos eran esencialmente rígidos (barriles, frascos, latas...) y se fabricaban básicamente utilizando metales como el acero y el vidrio. Más tarde se introdujeron los plásticos y materiales flexibles. Algunos envases incorporan materiales o sistemas activos de control de parámetros tales como humedad, contenidos de gases o sustancias bacteriostáticas que impiden el crecimiento de microorganismos (Gimferrer, 2009).

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).

El propósito de los envases es preservar la calidad y seguridad del producto que contiene, desde su fabricación hasta el momento en que es utilizado por el consumidor, igualmente la importante función del envase, es proteger el producto de daños físicos, químicos, o biológicos, cuando los envases no cumplen su función protectora, el resultado puede ser un producto inseguro, especialmente cuando se produce una contaminación por microorganismos, provocando una indeseable pérdida en la integridad del producto (Nettles, 2002).

En los últimos años, los sistemas de envasado para alimentos han ido evolucionando como respuesta a las exigencias de los consumidores en cuanto a caducidad, conservación de sus propiedades, frescura y apariencia. Por una parte, los métodos modernos de marketing necesitan un envasado atractivo que comunique algo al consumidor, para que de esta forma este adquiera el producto y en segundo lugar, los envases han ido evolucionando a lo largo de los años como respuesta a los profundos cambios en la forma de vida, y la industria del envasado ha tenido que responder a esos cambios (García, 2008).

Clasificación general de los envases

Existen varias clasificaciones de envases, según la función que realice:

I. Pasivos o tradicionales

- Barrera inerte

II. Funcional

- Inteligentes (Información y registro)

- Activos (neutraliza deterioro)

- Atmósfera Modificada (MAP)

- Películas y recubrimientos comestibles

Diseño de envase

El término diseño de envase no se refiere a una actividad aislada sino a la creación de un concepto completo de un problema a solucionar. Por ello debe recordarse que mientras el término *envase convencional* alude a la comercialización del producto en el plan más básico, el término *envase promocional* se refiere a la venta de una idea o de un concepto.

Por lo anterior, el diseño del envase es un factor determinante en la comercialización exitosa de los productos, además debe transmitir sensibilidad material, forma estética y expresión gráfica. Concretamente la función del diseñador de envases es la de analizar, interpretar y proponer signos que den solución a necesidades físicas y visuales, optimizando recursos para obtener el envase adecuado, logrando con ello, establecer un proceso de comunicación y satisfacer las necesidades tanto del fabricante como del consumidor. Es indudable que los envases cambian con el tiempo, por ello debe reconocerse que deben ser diseñados para permanecer, para alcanzar reconocimiento y volverse familiar. En este sentido, el diseño de un envase debe pensarse en función del ambiente en el que serán utilizados (Cruz, 2007).

Un aspecto fundamental que se debe tomar en cuenta al diseñar un envase, son las tendencias que marcan el entorno en el que se busca comercializar el producto, por ello, es importante tomar en cuenta que a nivel global se han venido presentando cambios que impactan en el diseño de envases para alimentos y productos de consumo en general, por lo que a continuación se hace mención de algunos de estos cambios:

- a) Cambios en los hábitos de compras
- b) Cambios en los hábitos de consumo
- c) Cambios en los sistemas de distribución
- d) Cambios demográficos
- e) Cambio de “vendedor silencioso” a vendedor activo o inteligente”

En general, de un envase se busca que sirva de barrera y protección, que nos favorezca en la vida de anaquel del producto y que cuente con facilidad de distribución, lo que nos lleva a tener en cuenta el costo, normatividad, información / trazabilidad, mercadotecnia, la conveniencia y el impacto ambiental (Ponce, S/F).

Características de un envase

Practicidad, beneficios saludables para el organismo y protección contra enfermedades, estos son los factores primordiales que el consumidor actual busca en los alimentos; y de esos mismos principios se nutren las últimas tendencias para el desarrollo de envases y embalajes orientados a los productos de consumo humano (Bravo, 2006).

En general, un envase debe contar con características como ser identificable, informativo, responsable, inmediato, funcional y confiable.

Funciones de los envases

Por la diversificación y nuestro sistema de vida, cada vez se buscan diferentes materiales de envasado. Pero además, la industria ha visto que el envase puede ser un elemento más que facilite la conservación del alimento, a esto se une el interés que suscita la seguridad alimentaria, lo que ha hecho que en el momento actual este tema sea centro de atención tanto de científicos como de industriales, administraciones y consumidores (Rodríguez, 2004).

Los envases de los alimentos tienen funciones importantes, como se muestra en la *Figura 1*, entre ellas están el contener y proteger a los alimentos, mantener la calidad sensorial y la

seguridad de los mismos y dar información a los consumidores acerca de la composición del alimento (Robertson, 1993).

Finalmente, algo que poco a poco se ha convertido en exigencia por parte de los consumidores al recorrer los pasillos de los supermercados, es el constante cambio y renovación de los envases, ya que actualmente, para que un producto sea atractivo, el envase debe:

- Ser ligero pero a la vez resistente.
- Proteger el contenido pero este a su vez, debe ser visible.
- Tener impacto visual pero a bajo costo.
- Fácil acomodo en el anaquel pero innovativo.
- Seguro pero de fácil apertura.
- Ser de larga duración pero reciclable.
- De diseño sofisticado pero ergonómico.
- Tomar en cuenta que la imagen del envase refleja la calidad del producto.
- Tomar en cuenta que la imagen del envase, refleja la imagen de la compañía.
- El envase de calidad debe ser un envase ecológico.
- Proteger el alimento de las acciones físicas, químicas y microbiológicas
- (Cruz, 2006).



Figura 1.- Función del envasado activo e inteligente (Ayala, et al, 2007).

Innovaciones técnicas de envasado

El área de evolución de alimentos está sufriendo un gran desarrollo, por la demanda de alimentos cada vez más seguros, nutritivos, duraderos y de alta calidad. Paralelo a este desarrollo, se está llevando a cabo una gran cantidad de estudios sobre nuevos materiales de envasado, centrados principalmente en el análisis de las posibles interacciones entre alimentos y materiales de envasado.

Además, debido a la creciente sensibilización con el medio ambiente, también se está evolucionando en el estudio del impacto medioambiental de los diferentes envases (Anónimo, 2005).

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

- Desarrollo de nuevas técnicas de envasado.

- Utilización de nuevos gases o materiales de envasado, centrados principalmente en el análisis de las posibles interacciones entre alimentos y materiales de envasado.
- Adaptación a las nuevas técnicas de conservación de alimentos (irradiación, tratamientos no térmicos como altas presiones, pulsos de luz, etc.).
- Innovación en el diseño de envases, debido a la diversidad de productos en el mercado (p.e. envases “reutilizables” para otros usos).
- Estudios de reciclado e impacto ambiental de diferentes envases (en auge por la creciente sensibilización con el medio ambiente) (Anónimo, 2006).

Así, los sistemas tradicionales se están viendo limitados y se están desarrollando nuevos sistemas que han sido denominados como envases activos e inteligentes (Anónimo, 2008).

Envases inteligentes

Un envase inteligente se define como un sistema que monitoriza las condiciones del producto envasado, siendo capaz de registrar y aportar información sobre la calidad del producto o el estado del envase, poniendo en evidencia las posibles prácticas “anormales” que haya sufrido el alimento o el envase durante toda la cadena de suministro, como lo es el transporte o el almacenamiento (García, 2008).

Es importante destacar la diferencia que existe entre envase activo y envase inteligente, mientras que el envase activo interactúa con el producto o con su entorno para mejorar uno o más aspectos de su calidad o seguridad, el envase inteligente es capaz de registrar y suministrar información relativa al estado del envase y/o producto. El envase inteligente se basa en una tecnología emergente que usa la función “comunicación” del envase para mejorar la calidad y seguridad de los productos que contiene, ya que es un sistema de embalaje capaz de llevar a cabo las funciones inteligentes como detectar, sentir, grabar, trazar, comunicar y/o aplicar lógica inteligente con el fin de aumentar la vida útil, la seguridad, mejorar la calidad, informar y evitar posibles problemas. Dentro del sistema global de embalaje, el envase inteligente es el encargado de recoger y procesar la información procedente del entorno con la finalidad de transmitirla al consumidor / usuario de ese envase (Aguirre, et al, S/F).

Finalidad y función de los envases inteligentes

El objetivo del envasado inteligente es controlar la seguridad y calidad de los alimentos. Estos sistemas monitorizan los mecanismos de alteración del alimento que son debidos a:

- Procesos fisiológicos (p. ej., respiración de frutas)
- Químicos (p. ej., oxidación de lípidos)
- Biológicos (bacterias, mohos, levaduras y parásitos)
- Y que a su vez, están relacionados con:
 - Cambios de pH
 - Actividad del agua
 - Concentración de gases
 - Temperatura, etc.

Los sistemas inteligentes se basan en el seguimiento de estos cambios para informar al consumidor sobre el estado del producto. Este tipo de envasado es beneficioso no sólo para el consumidor sino también para la industria ya que proporciona a los productos un valor añadido permitiendo monitorizar la calidad de los alimentos, mejorar la gestión de la cadena de producción o conseguir un eficaz sistema anti-fraude/anti-piratería (Bravo, 2006).

Los envases inteligentes se pueden considerar como un caso específico dentro de los envases activos, y son motivo de una amplia discusión a nivel mundial. Estos envases despiertan un gran

interés en la industria alimentaria, y la prueba de ello radica en que se está produciendo actualmente un gran esfuerzo en el desarrollo e investigación de este tipo de envases (*Figura 2*). Los envases activos e inteligentes pueden ser vistos como la próxima generación en el envasado de alimentos.

Las finalidades de los envases inteligentes son diferentes, y ello justifica su separación con una designación especial. Su acción posibilita un sueño en las pretensiones del consumidor del mundo moderno, siendo el envase mismo el que habla de su calidad o de los sucesos que han marcado su procesado, actuando como indicador de posible mal estado o degradación, así como de un mantenimiento, transporte o distribución inadecuada (Hernández, 2006).

Los envase inteligentes, son de rigor, envases que aportan información y facilitan el consumo final. La información que aportan debe dividirse en dos tipos:

1. La información pasiva es la que se incorpora en forma escrita o a través de símbolos en el envase, y que constituye la base informativa mínima que el envase deberá entregar al consumidor, y es la información ya sabida al momento de que el contenido es envasado como, por ejemplo, fecha de vencimiento, contenido nutricional, máximo apilamiento, peligro y precauciones, etc.
2. La información activa es la que se incorpora al envase en etapas posteriores al envasado, al ir recorriendo las distintas etapas de la distribución, transporte, acopio y/o manipulación. Según ocurran o no ciertas situaciones o condiciones en la distribución, los envases inteligentes tienen la capacidad de “registrar” estos eventos, por lo que incorporan información al envase, necesaria para dar cuenta de la correcta conservación de los atributos de calidad de los contenidos, así entonces, las principales consideraciones funcionales de este tipo de envases se describen en la *Figura 2* (Freidinger, et al, S/F).

El principal objetivo de las etiquetas y los sistemas de envasado inteligente es controlar la seguridad y la calidad de los alimentos. Se trata de sistemas que monitorean las condiciones del producto envasado y son capaces de registrar y aportar información sobre la calidad del producto o el estado del envase, poniendo en evidencia las posibles prácticas “anormales” que haya sufrido el alimento o el envase (y que hayan podido influir en su degradación) durante el transporte o el almacenamiento.

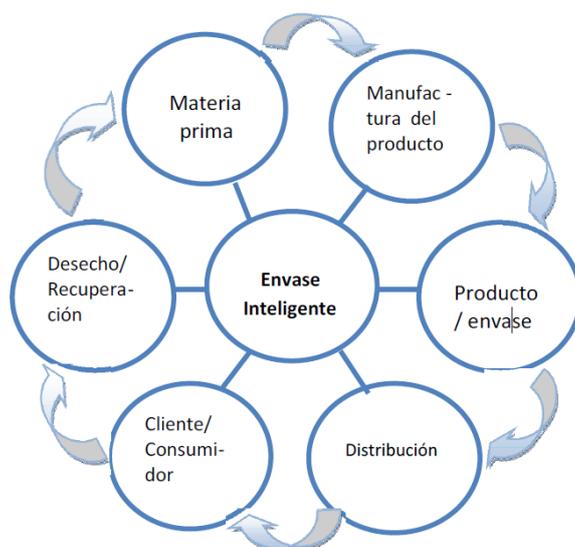


Figura 2.- Utilidad del desarrollo de envases inteligentes en la conservación de un alimento (Ayala, et al., 2007).

Los Envases Inteligentes responden y comunican cambios en la condición del producto como lo son:

- Temperatura
- Tiempo-temperatura
- Oxígeno / CO₂
- Crecimiento microbiano
 - o pH
 - o Detección de metabolitos (CO₂, NH₄, H₂S, etc.)
- Autenticidad (hologramas, DNA, etc.)
- Integridad del empaque
- Localización / trazabilidad (RFID)
- Patógenos
 - o Inmunológicos,
 - o *E. coli* O157 / toxinas
- Cuida, controla e informa de la evolución de las condiciones en las cuales los productos han sido envasados y conservados
- Reaccionan a las condiciones del entorno a que son sometidos los envases
- Evidencian información sobre historia de calidad de los productos contenidos en etapas post envasado
- Facilitan el uso y/o consumo de los productos contenidos (Fridinger, et al, S/F).

Tipos de envasado inteligente

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, 2006).

Aunque existen muchos tipos de sistemas inteligentes sólo unos pocos se encuentran en el mercado. Entre estos tenemos: indicadores tiempo -temperatura, indicadores de fuga (Leak-indicators-LI), indicadores de grado de frescura o indicadores de autenticidad del envase, como se indica en el *Cuadro 1* (Coma, 2006).

A continuación se indican las características de algunos de los más comunes.

- *Indicadores tiempo-temperatura*

Un indicador tiempo-temperatura se puede definir como un dispositivo pequeño, simple y barato, en forma de adhesivo, que muestra una dependencia tiempo-temperatura fácilmente medible, correlacionando un cambio irreversible en el dispositivo con un cambio de calidad de un producto alimenticio que es sometido a un exceso de temperatura.

Estos indicadores son una parte del desarrollo en envases activos que ofrecen al consumidor la información que éste requiere, como la estimación de la calidad, integridad y autenticidad del producto (Hernández, 2006).

Es muy común el abuso de temperatura durante el almacenamiento, transporte y manipulación de los alimentos, estos indicadores han sido diseñados para tener un mejor control de temperatura de los mismos. El abuso de temperatura no sólo causa pérdidas en la calidad nutricional sino también puede dar lugar a intoxicaciones alimentarias debido a la descomposición de los alimentos. Muchos de los sistemas indicadores de tiempo y temperatura están basados en un cambio de color, que se correlaciona con la pérdida de la calidad de los alimentos, sin embargo, también están disponibles los indicadores de tiempo y temperatura que

dan respuesta en forma visible por deformación mecánica. Actualmente, los indicadores disponibles en el mercado pueden agruparse en tres categorías:

1. Los Indicadores de temperatura crítica (CTI) dan respuesta sólo si una temperatura de referencia a la cual fueron programados es sobrepasada en algún punto de la cadena de distribución
2. Los Indicadores tiempo-temperatura crítica (CTTI) entregan una respuesta mediante un cambio de color que refleja el efecto tiempo-temperatura acumulado sobre una temperatura crítica
3. Los Indicadores o integrados tiempo -temperatura (TTI) miden tanto la temperatura como el tiempo y los integran en un solo resultado visual (17)

Estos se presentan en etiquetas adheridas al envase que monitorean el factor temperatura integrado con el tiempo, indicando el efecto acumulativo del tiempo y la temperatura de almacenamiento y transporte sobre la vida útil del alimento. Se utilizan por ejemplo, para monitorear la cadena de frío en transportes y para complementar la información de la vida útil (fecha de caducidad). Estos indicadores deben cumplir una serie de requisitos, como ser dependientes de la temperatura, irreversibles, y tener un umbral de rechazo, es decir, un punto a partir del cual indique que el alimento debe ser rechazado, por no ser aptas sus condiciones para el consumo (Anónimo, 2007).

Cuadro 1.- Ejemplos de envases inteligentes (Murat, Floros, 2004)

TIPO	EFEECTO	USOS
Indicadores de tiempo y temperatura	Informa variaciones de Temperatura	Como complemento de Etiquetado en el almacenamiento o transporte
Indicadores de color	Informa sobre la temperatura en el envase del alimento	Alimentos para preparación en microondas
Indicadores de patógenos	Informa sobre el estado microbiológico del alimento	Carne, pescado o aves de corral
Indicadores de fugas	Informa sobre fugas en el envase del alimento	Conservas de alimentos para bebés

a) Ejemplos de indicadores Tiempo –Temperatura

1. ChekPoint® Temperatura labels (*Figura 3*).
2. Los indicadores 3M MonitorMark™ Time/Temperature indicator: son indicadores de historia parcial que consisten en papel secante donde hay incorporados productos químicos con un punto de fusión característico y un compuesto azul (*Figura 3*), y una guía por donde difundirán los productos químicos una vez alcanzado el punto de fusión; ambas partes del dispositivo están separadas por una película de poliéster que se quitará para activar el indicador (Hernández, 2006).
3. Testigo de quiebre de la cadena de frío: consiste de una etiqueta termo sensible que da cuenta del quiebre de la cadena de frío. Al superarse una temperatura predefinida, la tinta reacciona borrándose el código de barras de la etiqueta, siendo así imposible su lectura (Freidinger, et al, S/F).
4. Hemotemp II.- Es como un termómetro graduado de Cristal Líquido pero presentado como etiquetas adhesivas, diseñadas para mostrar temperaturas seleccionadas (Hernández, 2006).
5. Testigo de condición óptima de consumo: este consiste de una mini etiqueta adherida al cuello de la botella, la cual reacciona con la temperatura a la que se encuentra la botella de vino, haciendo evidente un símbolo oscuro, conformado por una matriz de puntos.

Así, el consumidor sabe cuándo el vino ha alcanzado su temperatura óptima para su consumo (Freidinger, et al, S/F).

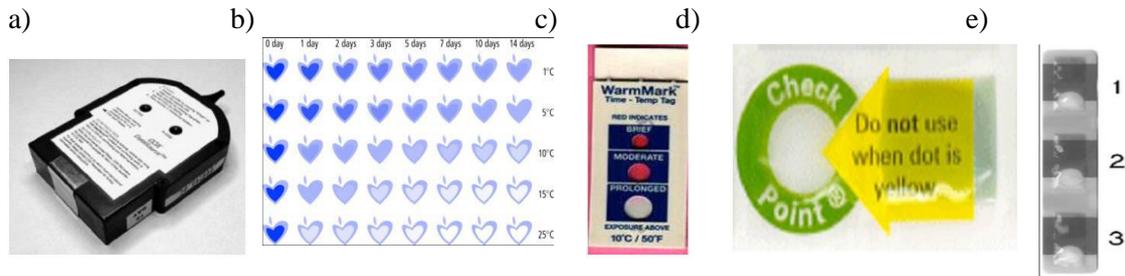


Figura 3.- Ejemplos de indicadores de tiempo y temperatura (a) DataSource™ loggers; b) Indicador de tiempo y temperatura; c) MonitorMark™; d) ChekPoint® Temperatura labels; e) Vitsab® TTI).

6. El indicador Freezwatch es un simple indicador irreversible de temperatura, que al alcanzar una temperatura de - 4 °C, el líquido contenido en una ampolla se descongela y moja el papel indicador (Hernández, 2006).
7. Chillchecker contiene un papel indicador separado de un reservorio poroso que contiene un compuesto coloreado; al ponerse en contacto por presión y alcanzarse la temperatura de descongelación, se producirá la modificación del dispositivo (Hernández, 2006).
8. Las etiquetas I Point son indicadores e historia completa que muestran respuesta independientemente de la temperatura umbral. El dispositivo consiste en dos partes, una contiene una solución enzimática, la otra una sustancia lipídica y un indicador de pH. Para activarlo, se rompe la separación entre las partes y ambos compuestos se mezclan. Mientras la reacción tiene lugar, la sustancia lipídica se hidroliza y el cambio de pH se observa con una variación de color. La reacción es irreversible y será más rápida cuanto más se incremente la temperatura, y más lenta si ésta se reduce.
9. Las etiquetas Lifelines Fresh-Scan ofrecen también una historia completa independientemente de la temperatura umbral. Este sistema consiste en tres partes, indicador que contiene compuestos polímeros que cambian de color como resultado de una acumulación de exposición de temperatura, un microcomputador con banda óptica para leer el indicador, y un software para el análisis de datos.
10. Los indicadores Lifelines Fresh- Check, como se indica en la *Figura 4*, son etiquetas con un anillo central polimérico que, por acción de la temperatura, se oscurece, informando al consumidor de no consumir el producto (Hernández, 2006).



Figura 4.- Indicador de tiempo y temperatura Lifelines Fresh- Check®.

Comercialmente están disponibles los indicadores de tiempo y temperatura para productos congelados, refrigerados, envasados en atmósfera modificada y alimentos procesados térmicamente. Aunque estos indicadores todavía están en investigación, se espera que desempeñen papeles positivos durante su desarrollo, y lleguen a ser reconocidos por los consumidores, como sistemas fiables y sofisticados (Murat, Floros, 2004).

b) Países en donde están aprobados

- Estos indicadores se utilizan en Estados Unidos para una gran cantidad de alimentos frescos como carnes y preparados (García, 2008).

- Marupfroid (París, Francia) ha desarrollado una etiqueta de historia parcial basada en el punto de fusión del hielo. Se coloca dentro del envase y cuando el producto se descongela se observa externamente la respuesta del indicador que consiste en un cambio de color del mismo (Hernández, 2006).

- En Europa se han aplicado para una gama de productos de una gran calidad, presentándose como un concepto nuevo de mercado especializado. Las etiquetas indicadoras del quiebre de la cadena de frío, están siendo ampliamente utilizadas en este lugar, para la venta de alimentos frescos (García, 2008).

- La Ciotat, Francia: Imago Industries ha lanzado su reutilizable marcador de temperatura, cuyo elemento principal es una aleación con memoria de forma, ya que “memoriza” dos formas distintas según temperaturas predeterminadas.

- Alemania: Una patente de Microtechnic utiliza la alineación de dos imanes como indicador de la descongelación de la comida congelada (Hernández, 2006).

Cuadro 2.- Como elegir un indicador de tiempo y temperatura (Bravo, 2006)

CONSIDERACIÓN	DESCRIPCIÓN
Modo de deterioro	Biológico (respiración) Crecimiento bacteriano Modo de deterioro Degradación enzimática Degradación química Degradación física Combinación de todos los anteriores
Índices de calidad	Químicos Índices de calidad Organolépticos Requerimientos legales
Estudio cinético	Datos entregados por diferentes experiencias

c) Limitaciones

Los productos refrigerados y congelados deben almacenarse a temperaturas adecuadas, las cuales además deben permanecer constantes. Sin embargo, existen ciertos puntos de la cadena de distribución en los que se alcanza la temperatura ambiente, periodos que deben ser lo más cortos posibles.

Actualmente, la mayoría de los indicadores no responden rápidamente ante estos regímenes de temperatura, además presentan otros inconvenientes como aquellos relacionados con la reproducibilidad, sensibilidad al abuso de temperatura durante tiempos cortos, la respuesta a la temperatura ambiente pero no necesariamente a la temperatura del alimento, y sus costes.

Por otra parte, cada indicador debería ir acompañado de una serie de aclaraciones para el productor, distribuidor... sobre cuál es la temperatura umbral precisa, o la combinación tiempo-

temperatura a la que responde el indicador, y así optimizar el uso del mismo. Además, este tipo de indicadores no deben suponer un riesgo para el consumidor en caso de ingestión (Hernández, 2006).

- *Indicadores de fuga (Leak Indicators-LI)*

Estos indicadores permiten detectar perforaciones y soldaduras no herméticas en el envase siendo especialmente útiles en el caso de productos envasados al vacío o en atmósfera protectora. Los más utilizados son los indicadores de oxígeno y de dióxido de carbono los cuales se componen por tintas o pigmentos sensibles al gas que monitorizan. Muchos de estos indicadores cambian de color como resultado de una reacción química o enzimática (Aguirre, et al, S/F).

Estos indicadores aportan información sobre la composición del espacio de cabeza (CO₂, O₂) y la integridad del envase. Pueden utilizarse como indicadores de fugas, por ejemplo, verificar la eficiencia de un absorbedor de oxígeno (un absorbedor de este gas del medio en el que se encuentra). Muchos de los indicadores adoptan un cambio de color como resultado de una reacción enzimática o química el tinte más utilizado para estos indicadores es el azul de metileno, cuyo cambio de color se basa en una reacción de oxidación –reducción.

Estos indicadores de gases son muy interesantes para las tecnologías de envasado en atmósfera protectora. Permiten detectar perforaciones y soldaduras no herméticas en el empaque, que modifican la composición de la atmósfera interna. Los más utilizados son los indicadores de oxígeno y de dióxido de carbono.

Los indicadores de oxígeno y dióxido de carbono pueden ser usados para monitorizar la calidad de los alimentos. Pueden utilizarse como indicadores de fugas o para verificar la eficiencia de, por ejemplo, un absorbedor de oxígeno.

Muchos de estos indicadores adquieren un cambio de color como resultado de una reacción química o enzimática (García, 2008).

- a) Ejemplos de Indicadores de fugas

Un ejemplo lo constituyen los indicadores de oxígeno impresos para plásticos, que poseen un colorante sensible al oxígeno que cambia de color (de blanco a azul) en presencia de fugas al entrar oxígeno al envase.

- b) Países en donde están aprobados

En Japón son muy usados los indicadores de oxígeno con muchos alimentos frescos o preparados envasados con un absorbedor de oxígeno en un envase transparente de plástico o cristal. Los indicadores de dióxido de carbono empiezan ahora a ser comerciales (García, 2008)

- *Indicadores de frescura*

Estos indicadores inteligentes están basados en mecanismos que indican la frescura de un alimento y están basados en la detección de metabolitos volátiles producidos durante la *maduración* de los mismos.

Consisten en etiquetas adheridas al envase que monitorean el factor temperatura integrado con el tiempo, indicando el efecto acumulativo del tiempo y la temperatura de almacenamiento y transporte sobre la vida útil del alimento. Se utilizan por ejemplo, para monitorear la cadena de frío en transportes y para complementar la información de la vida útil (fecha de caducidad). Estos indicadores deben cumplir una serie de requisitos, como ser dependientes de la

temperatura, irreversibles, y tener un umbral de rechazo, es decir, un punto a partir del cual indique que el alimento debe ser rechazado, por no ser aptas sus condiciones para el consumo. Aunque estos dispositivos inteligentes son los más avanzados a nivel comercial, solo han sido utilizados por ahora en casos esporádicos, entre otras cosas, por el requerimiento de estudios de validación específicos para cada producto. Por ejemplo, la cadena de supermercados franceses monoprix están utilizando estos indicadores en productos de su marca blanca.

a) Ejemplos de Indicadores de Frescura

Actualmente, existen numerosas patentes en las que se describen mecanismos de detección de metabolitos volátiles producidos por el deterioro de los alimentos, algunos ejemplos de indicadores comercializados fundamentalmente para alimentos son:

- Indicador para carne SensorQ: Está diseñado especialmente para carne de vacuno y aves de corral. Consiste en una etiqueta con un detector de gases que se encuentra acoplado a un transductor el cual produce un cambio de color en la etiqueta conforme se produce el crecimiento bacteriano. Este crecimiento lleva asociado un aumento de gases en el interior del envase, especialmente Sulhídrico que es el gas detectado por el indicador, de forma que la etiqueta no sea afectada por las atmósferas modificadas. Esta etiqueta cambia de naranja a verde oliva gradualmente, indicándonos como se produce la degradación del alimento.
- Indicador para pescado Freshtag: Son unas pequeñas etiquetas, no más grandes que una moneda de 5 centavos, esta etiqueta posee un angosto agujero en el reverso, por el cual pasan los vapores desprendidos durante el almacenamiento del pescado y se difunden por la matriz de la etiqueta, donde está el detector. Este detector reacciona con la trimetilamina desprendida durante la descomposición del óxido de trimetilamina del pescado, que es el causante del mal olor, produciendo un cambio de color en la etiqueta que vira de amarillo a azul oscuro conforme se va produciendo la degradación (Aguirre, et al, S/F).
- Indicador para frutas RipeSense®: Este indicador está diseñado para fruta climatérica la cual sigue madurando una vez recolectada. El sensor cambia de color en respuesta a los compuestos aromáticos volátiles emitidos por la fruta en su proceso de maduración. La etiqueta vira de roja a amarillo pasando por el naranja, indicando el estado de madurez de la fruta, estos indicadores son conocidos también como indicadores de madurez (*Figura 5*), y ya están disponibles comercialmente. Así, el consumidor puede elegir la fruta según su tamaño, color, precio, variedad y, adicionalmente, madurez (Freidinger, et al, S/F).
- Film plástico con tecnología Toxin Guard: El film detecta el crecimiento bacteriano de *Pseudomonas sp.* que es un microorganismo no patógeno pero alterante, lo que provoca en el film la aparición de una X en el centro de cada círculo, mostrando de esta manera que el alimento ha perdido frescura y no debe ser consumido.
- Indicador Traceo: La etiqueta TRACEO® se aplica sobre un código de barras coloreándose y volviéndose opaca cuando el producto no se puede consumir. Su funcionamiento se basa en una tecnología patentada muy innovadora que utiliza microorganismos para simular la degradación real del producto sobre el que se adhiere. Aplicada sobre un código de barras, la etiqueta, una vez coloreada y vuelta opaca, impide la lectura y permite una detección automática y sistemática de los productos que ya no se pueden consumir (Aguirre, et al, S/F).

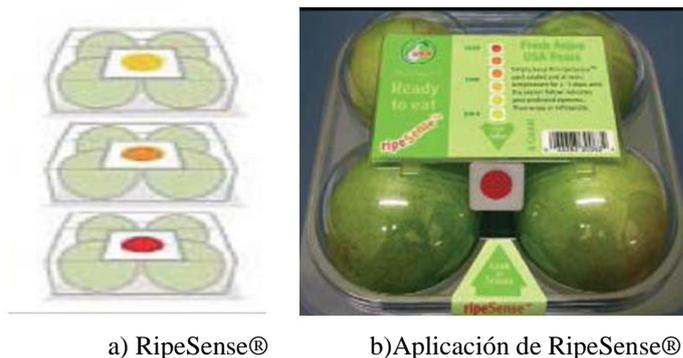


Figura 5.- Ejemplo y aplicación de indicadores de madurez.

a) Países en donde están aprobados

-Madison, USA: Oscar Mayer Foods Corp. ha desarrollado un indicador de frescura de los productos, basado en un dispositivo con un compuesto sensible a los cambios de pH (Gimferrer, 2009).

Ventajas de los Envases Inteligentes

Un gran aporte al consumidor final que hacen los envases inteligentes, está en aquellas características que facilitan el consumo o uso de los contenidos, siendo en este caso, la industria alimentaria la gran beneficiada. Considerando las actuales tendencias de los alimentos procesados listos para consumo o para cocción, los envases inteligentes aportan novedosas opciones que facilitan las distintas formas de preparación y consumo de alimentos, sin necesidad de vaciar el contenido a otros medios para su cocción y preparación.

Pequeños detalles funcionales pueden marcar una enorme diferencia entre envases alternativos y, por ende, puede significar ganar o perder un mercado. En un mercado donde la oferta de envases es altamente competitiva, la diferenciación de la competencia se constituye en un factor estratégico. Así entonces, el desarrollo de envases inteligentes es una beta que la empresa moderna proveedora de envases y embalajes no puede desatender (Freidinger, et al, S/F).

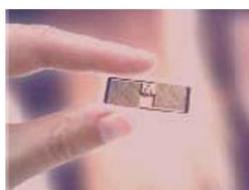
En general, las ventajas que este tipo de envases proporcionan están el que son fácilmente activables, muestran una indicación fácilmente medible, su acción es Irreversible y finalmente son fácilmente correlacionables con la calidad del alimento.

Otros tipos de envasado inteligente

Otros sistemas inteligentes de envasado ya menos usuales son:

- Sensores de color
- Indicadores de golpes
- Sensores de autenticidad (García, 2008)
- RFID identificación por Radio Frecuencia: este sistema es hoy motivo de grandes esfuerzos de desarrollo, dado que las etiquetas RFID, pueden almacenar gran cantidad de información (ver Figura 6), legible por sistemas digitales. Con este sistema, es posible llevar un control muy certero para la gestión de distribución de productos, control de inventarios, registros de trazabilidad de productos, entre otros.
- Envase para cocción de alimentos: este envase viene sellado, y está definido para cocción de alimentos contenidos en horno de microondas. La flecha indica la presencia de un orificio sellado con un componente ceroso que, por la acción del calor, se funde y

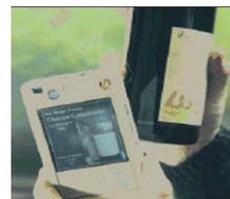
permite que la presión interior del envase se libere sin riesgo de explosión. Al generarse un orificio menor para la liberación del exceso de presión interior, la humedad de los alimentos se conserva en un proceso de cocción (Freidinger, et al, S/F).



a) Dispositivo RF



b) Etiquetas RF



c) Aplicación de etiquetas RF

Figura 6.- Ejemplos y aplicaciones de etiquetas RF.

Otros usos de los envases inteligentes

Los dispositivos de etiquetado y envasado inteligente también están siendo utilizados por las empresas por objetivos diferentes a los de garantizar la seguridad y calidad de los alimentos, como es el caso de la fidelización de marcas. Para conseguir este objetivo se pueden utilizar diferentes estrategias, como lo son los productos que atraen al consumidor mediante el tacto, o sabor.

Son productos que en su estrategia de marketing utilizan estos sentidos, más *emocionales* y menos saturados que los tradicionales, como la vista y el oído (Freidinger, et al, S/F).

Nuevas tendencias de los envases inteligentes

Son muchas las diferentes vertientes y posibilidades que ofrece el envase inteligente desde el uso de etiquetas RFID que son capaces de identificar, trazar e incluso monitorizar al producto y/o envase a lo largo de toda la cadena de distribución hasta los indicadores que a través de un cambio de color informan en tiempo real del estado en el que se encuentra el producto. Pero la necesidad de diferenciación en el mercado y la inquietud del propio consumidor, que es cada vez más exigente y demanda más seguridad, ha impulsado la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías aplicables al envase y embalaje con el fin de convertirlo en un medio de comunicación veraz y efectivo.

Dentro de las tendencias actuales podemos destacar el desarrollo de tecnologías como la impresión de elementos electrónicos (“printed electronics”), esta tecnología permite imprimir componentes electrónicos tales como: circuitos, antenas, sobre diferentes sustratos o materiales a través de tintas conductoras, lo cual hace que sea una herramienta muy versátil en su aplicación sobre los diferentes materiales de envase. La introducción de esta tecnología permitirá desarrollar potentes y llamativos dispositivos comunicativos como en el caso de los llamados papeles interactivos. Ejemplo de esta tecnología es un proyecto desarrollado por ACREO en colaboración con AddMarkable AB en el que se desarrolla un envase capaz de iluminarse y emitir sonidos cuando se toca un sensor impreso en el mismo envase o, por otro lado, el multinacional Storaenso que ha desarrollado un sistema de apertura automático basado en un sistema de laminación controlada del adhesivo de unión cuando se aplica un determinado voltaje (Aguirre, et al, S/F).

-Envases caloríferos

A finales de 2001 se lanzó al mercado en Estados Unidos y en el Reino Unido una técnica perteneciente al segmento de los envases que se calientan automáticamente. Se trata de un recipiente de una sola pieza y sin costura, de plástico moldeado por inyección, que tiene como particularidad varias cámaras interiores con las que se produce el calentamiento automático, por

efecto de una reacción exotérmica que se produce cuando el consumidor despega una lámina y presiona en el fondo del recipiente. Los elementos que intervienen en el proceso químico son piedra caliza molida y agua pura (Hernández, 2006).

-Envases refrigerantes

En Estados Unidos y en consonancia con los hábitos de consumo de ese país, la refrigeración es uno de los objetivos de la industria de envases y embalajes. *Instant Cool* (I.C.) se llama un método tecnológico de actualidad, según el cual para que se refrigere un envase tienen que incorporar un condensador, un colector de vapor y un desecativo a base de sal, porque los vahos y el líquido que se producen a raíz de la activación tienen que ser recogidos en el fondo del envase. Este procedimiento es aplicable en envases rígidos, como latas y botellas, y en bolsas. Hay noticias de que por este método la temperatura del envase y de su contenido ha descendido en pocos minutos en casi 17° C (30° F). Los expertos esperan que las dos empresas estadounidenses que han inventado este procedimiento concedan licencias en exclusiva correspondientes a diversos tipos de recipientes y regiones del globo.

De la refrigeración se ocupa asimismo otra innovación denominada *Instantcool*. Este procedimiento patentado parece ser que es aplicable a recipientes de aluminio, el proceso de refrigeración se inicia al abrir el bote. La universidad de California ha seguido la labor de desarrollo del fabricante californiano, también en este caso se confía en que el negocio prospere mediante licencias nacionales e internacionales.

-Envases que hablan

Los envases del mañana reflejarán los avances técnicos y además de brindar comodidad al consumidor serán una ayuda en la cocina y en el trabajo doméstico. Ahora los fabricantes de electrodomésticos están actuando en cooperación con universidades e institutos de investigación con el propósito de presentar a la industria de artículos, nuevos modelos que según indican investigadores de la Universidad Rutgers de New Jersey (EE UU), combinará la tecnología alimentaria con el desarrollo de envases y embalajes y aplicaciones informáticas.

El objetivo es proyectar envases que emitan mensajes inteligentes, a título de ejemplo, cabe imaginarse la aparición de envases provistos de código de barras que transmitan a diversos aparatos de cocina la información que sea necesaria para elaborar cualquier plato o la referente al plazo de caducidad, de esa manera se podrá crear el entorno técnico óptimo para el producto, si el menaje de cocina dispone de posibilidades para *entenderse* con el envase.

Desde luego, el desarrollo se encuentra todavía en la fase inicial, pero los ingenieros se muestran entusiasmados de las posibilidades que ofrecen los envases inteligentes y asimismo las empresas envasadoras ya han demostrado un vivo interés por el asunto (García, 2007)

Aspectos legislativos

Los sistemas de envasado inteligentes están regulados por el reglamento (CE) No. 1935/2004, dispuesto por la legislación de la Unión Europea, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. En dicho reglamento aparecen una serie de requisitos especiales para los alimentos y objetos activos e inteligentes (Anon, 2004).

- a) Los materiales y objetos activos e inteligentes en contacto con alimentos no deben alterar la composición o las propiedades organolépticas de los alimentos.
- b) Los materiales y objetos inteligentes no darán información sobre el estado de los alimentos que puedan inducir a error a los consumidores.
- c) Los materiales y objetos activos e inteligentes que estén en contacto con alimentos deberán llevar el etiquetado adecuado que permita al consumidor identificar las partes no comestibles.

- d) Los materiales y objetos activos e inteligentes estarán convenientemente etiquetados para indicar que dichos materiales y objetos son activos e inteligentes, o ambas cosas. Para ello es necesaria la autorización de la EFSA (European Food Safety Authority).

CONCLUSIONES

En un futuro inmediato es más que probable que veamos una progresión importante en este tipo de sistemas llamados inteligentes y en la información que llega a los consumidores. No podemos dejar de estar alerta en este sentido, puesto que cuando quien va a consumir los alimentos asuma que puede conocer datos específicos, va a trasladar su exigencia a toda la cadena alimentaria. De la misma forma, no cualquier sistema será eficaz, por lo que requerirán su validación con evaluaciones independientes que demuestren la fiabilidad de los datos.

Estas nuevas tecnologías aplicadas al envase y embalaje permiten un sinnúmero de posibilidades aunque su implantación está sujeta al valor de la materia prima base para su fabricación y los procesos de integración en el envase mismo.

Además aunque hace tiempo que se utilizan en países como Japón, EEUU o Australia, actualmente en Europa se está empezando a adaptar estas nuevas tecnologías.

Esta evolución del sistema de envase y embalaje, permitirá registros de información importantes tanto para el consumidor como para la propia empresa usuaria que podrá identificar aquellos puntos críticos durante el transporte, la distribución y el almacenaje de su producto.

El envase inteligente es en definitiva un producto derivado del desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas en el envase y embalaje como consecuencia de los nuevos requerimientos y necesidades del consumidor actual, cada vez más consciente de la importancia de la seguridad y trazabilidad en los productos que adquiere.

Finalmente, es muy importante destacar que los sistemas de envasado avanzados no se han diseñado pensando en alimentos en mal estado, a los que se quiera alargar la vida comercial a cualquier precio, sino todo lo contrario. Esta tecnología necesita ser aplicada en alimentos en óptimas condiciones. Si el alimento ya está muy contaminado, las sustancias que se incorporen al envase no serán capaces de impedir la alteración del producto.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, R. M., Herranz, N. Envases inteligentes: Información y seguridad en el envase. Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE).
- Anon. (2004). Reglamento (CE) nº1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. 4–17. Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0004:0017:es:pdf>
- Anónimo. (2005). El envasado de alimentos: función, tecnologías y futuro. Mundo Alimentario Mayo – Junio: 22 – 25.
- Anónimo. (2006). Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo. Mundo Lácteo y Cárnico Mayo–Junio: 29 – 30. Disponible en: http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC012_tendenciastecF.pdf
- Anónimo. (2006). Últimas tendencias en el envasado de alimentos. Alimentatec 7 (7): agosto. Disponible en: <http://www.gs1pa.org/boletin/2006/agosto/boletin-ago-06.html#art-01>

- Anónimo. (2007). Etiquetas y sistemas de envasado inteligente para alimentos. Alimentatec enero. Disponible en: <http://www.alimentatec.com/muestrapaginas.asp?nodo1=0&nodo2=0&idcontenido=570&content=18>
- Anónimo. (2007). Sistemas de envasado inteligentes para alimentos. Alimenpack Julio – Agosto: 35 – 37.
- Anónimo. (2008). Envases activos en los productos alimenticios. Alimenpack Enero – Febrero: 32 – 34.
- Anónimo. Fundación Polar. Últimas noticias. El mundo de la química. Capítulo IX: La química de todos los días (30). Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/7672792/Fasciculo30-El-Mundo-de-La-Química>
- Ayala, Z. F., Villegas, O. M. A., González, A. G. A. (2007). La importancia del diseño de envases para cocktail de frutas. Alimenpack Marzo – Abril: 24 – 26.
- Bravo, M. A. (2006). ¿Hacia dónde van los envases para alimentos y bebidas?, la AMEE responde. Alimenpack Julio – Agosto: -39-.
- Coma, V. (2006). Perspective for the active packaging of meat products. En *Advanced Technologies For Meat Products*. Ed. Nollet, L.M. & Toldrá, F.: 449-472.
- Cruz, C. H. (2006). Los envases para alimentos y su diseño. Mundo Alimentario Marzo – Abril: 26 – 28.
- Cruz, C. H. (2007). Tendencias e innovaciones en el diseño de envases y embalajes. Mundo Alimentario Mayo – Junio: 28 – 30.
- Freidinger, L. A., Orozco, J. Envases Inteligentes. Universidad de Reims, Francia. Traducción y síntesis de Garate, B.; Universidad Tecnológica Metropolitana – UTEM.
- García, C. M. N. (2007). La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población. *Anales Venezolanos de Nutrición* 20 (2): 108 – 114.
- García, L. M. L. (2008). Envasado al vacío y en atmósfera modificada y utilización potencial de los envases activos e inteligentes en la carne de aves. *Revista del Comité Científico* 7: 49 – 52. Disponible en: http://www.aesa.msc.es/AESAN/docs/docs/publicaciones_estudios/revistas/comite_cientifico_7.pdf#page=46
- Gimferrer, M. N. (2009). Etiquetas inteligentes y mayor calidad cárnica. *Consumer eroski* Febrero. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2009/02/16/183413.php>
- Gimferrer, M. N. (2009). Tecnología alimentaria, en constante prueba. *Consumer eroski* Enero. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2009/01/14/182685.php>
- Gimferrer, M. N. (2009). Tratamientos no térmicos en los alimentos. *Consumer eroski* Enero. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2009/01/19/182763.php>

- Hernández, R. M. (2006). Evolución de los envases inteligentes en la industria alimenticia. *Alimenpack* Septiembre – Octubre: 23 – 31.
- 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_nuevaconservacionWSF.pdf
- Murat, O., Floros, J. D. (2004). Active Food Packaging Technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44:185–193.
- Nettles, C. C. (2002). Microbial Control by Packaging: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(2):151–161.
- Pelayo, M. (2009). Alimentos envasados en bandeja. *Consumer Eroski* Abril. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/04/30/185014.php>
- Ponce, A. E. *Empaques activos y Empaques comestibles*; Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; Departamento de Biotecnología.
- Robertson, G. L. (1993). *Food Packaging Principles and Practice*; Marcel Dekker, New York.
- Rodríguez, J. J. J. (2004). Camino al envasado inteligente. *Seguridad Alimentaria* Abril. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2004/04/28/12053.php>
- Rodríguez, J. J. J. (2005). Nuevas tecnologías en la conservación de alimentos. *Consumer eroski* Julio. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2005/07/06/18966.php>
- Rodríguez, J. J. J. (2006). Envases para alimentos y migración de materiales. *Consumer eroski* Agosto. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2006/08/02/24513.php>
- Anónimo. (2006). El papel de los empaques progresivos. *Industria Alimenticia* 17 (9); Septiembre: 70 – 72.

Síntesis curricular

Raquel Rodríguez Saucedo

Ingeniera Bioquímica por el Instituto Tecnológico de los Mochis, estudiante de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales por la Universidad Autónoma Indígena de México, (2014). Profesora de Inglés en postgrado de la Universidad Autónoma Indígena de México. Actualmente es directora de Oficina de Transferencia de Tecnología de la UAIM.

Gustavo Enrique Rojo Martínez

Ingeniero Agrícola especialista en Agroecosistemas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma Chapingo. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias con especialidad Forestal por el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Profesor Investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma Indígena de México. Editor General de las Revistas Científicas *Ra Ximhai* y *Juyyaania* de la Universidad Autónoma Indígena de México. Miembro del Sistema

Nacional de Investigadores. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias Forestales. Ha escrito y coordinado 12 libros, publicado 20 capítulos de libros y 30 artículos científicos con arbitraje. Ha dirigido 35 tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Director de la revista científica Ra Ximhai sobre Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. Línea de Investigación: Manejo Sustentable de Recursos Naturales.

Rosa Martínez Ruíz

Ingeniero Agrícola especialista en Agroecosistemas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma Chapingo. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas con especialidad Forestal por el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Profesor Investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma Indígena de México. Secretaria General de la Universidad Autónoma Indígena de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias Forestales. Subdirectora de la revista científica Ra Ximhai sobre Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. Línea de Investigación: Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Coordinadora Nacional de la Red de Biotecnología de la FAO de 2010 a la fecha.

Hugo Humberto Piña Ruiz

Licenciado en Biología por el Instituto Tecnológico de Los Mochis. Maestro en Ciencias en Ecología por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales por el Instituto de ecología, A.C. (INECOL). Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM), en Ingeniería Forestal y en el Postgrado de Desarrollo Sustentable. Miembro del Consejo de Investigación Científica de UAIM. Perfil deseable del Promep-SEP y miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT-INAPI). Miembro de la Red de Educadores Ambientales de Sinaloa, y del Cuerpo Académico Desarrollo Sustentable.

Benito Ramírez Valverde

Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, México, correo: bramirez@colpos.mx

Humberto Vaquera Huerta

Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, México, correo: bramirez@colpos.mx

Milagros de la Caridad Cong Hermida

Profesor investigador de tiempo completo de las áreas de Ingeniería Forestal y Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México.