

Envases activos e inteligentes

Por Pilar Fabra

Noviembre de 2020

Alrededor de 360 millones de toneladas de productos plásticos fueron producidos en 2018 en el mundo, lo que representa un incremento del 3% respecto al año anterior. Con un mercado conducido por el consumo y la conveniencia, acompañados por los bajos costos de los plásticos respecto a otros materiales, la demanda de plástico seguirá creciendo. En 2018, los envases plásticos significaron un 40% del total producido en esta industria, llevándose el mayor porcentaje de uso de este material. En particular, la demanda para la industria del envasado crecerá, ya que los bienes serán transportados a mayores distancias entre productores y consumidores.

El envasado es parte fundamental de los productos. Además de proteger el contenido del polvo, el oxígeno, la luz, los microorganismos, la humedad y una variedad de sustancias destructivas o dañinas, el envase debe ser seguro según las condiciones de uso, inerte, barato de producir, liviano, fácil de disponer o reutilizar, soportar condiciones de almacenamiento y transporte y resistir al abuso físico. Como resultado de todas estas condiciones, los envases requieren ser sofisticados y con diferentes funciones.

Las nuevas tecnologías en envases están siendo desarrolladas como respuesta a las demandas de los consumidores y de la industria, en la búsqueda de un producto con una vida útil prolongada y calidad controlada. En concordancia con esto, cada vez es más frecuente el uso de los términos “envases inteligentes” o “envases activos”. En este sentido, es importante dejar claro que técnicamente no son conceptos idénticos:

- **Envases activos:** son aquellos cuyos constituyentes han sido incluidos, ya sea en el material de embalaje o en el espacio vacío entre el producto y el embalaje, con el fin de aumentar el rendimiento del sistema de envasado. En general, los envases activos son una extensión de la función de protección del embalaje y son comúnmente utilizados para proteger del oxígeno y la humedad.



- **Envases inteligentes:** son los que contienen un indicador interno o externo que brinda información acerca de los aspectos de la historia del embalaje o de la calidad del producto contenido. Es decir, son una extensión de la función de comunicación del embalaje tradicional e informan al consumidor con base en la funcionalidad de medir, detectar y recopilar datos sobre cambios externos o internos en el entorno del producto.

En la industria alimentaria, con la incorporación de envases activos e inteligentes se logra extender la vida útil de los productos, mejorando así sus propiedades organolépticas y disminuyendo el desperdicio de comida.

Envases activos

Este tipo de envases se basa en las propiedades intrínsecas de los polímeros utilizados para conformarlos o en la introducción de sustancias específicas en los propios polímeros (aditivos), para lograr el efecto deseado de preservar el producto o proveer de una barrera inerte contra el entorno.

A continuación, se describen algunas aplicaciones de envases activos:

Control de humedad:

El control de la humedad es fundamental para disminuir la actividad del agua y suprimir el crecimiento microbiano. Para lograrlo, se colocan absorbentes de humedad junto al producto o se empaca el producto con un film que no permite el paso de la humedad (capa de polímero con gran capacidad de absorción de agua entre otras dos capas de polímero convencional). En productos comerciales para carne fresca, se ha conseguido absorción de agua desde los 25 a los 50 gramos. Para vegetales, se ha extendido la vida útil del producto hasta 12-14 días.

Figura 1. Absorbentes Dri-Loc, Cryovac, Sealed Air Co.



Remoción de oxígeno:

Un elevado contenido de oxígeno en el envase de los alimentos permite el crecimiento microbiano, cambios de color, pérdida nutricional y reducción de la vida útil del producto. El envasado al vacío tiene un remanente de oxígeno que puede propiciar los puntos antedichos, pero este oxígeno remanente se puede remover utilizando la tecnología de envases activos.

La mayoría de los removedores de oxígeno comerciales están basados en el principio de la oxidación del hierro. Se pegan al film plástico *sachets* con virutas de hierro, elemento que, mediante una reacción de oxidación-reducción, consume oxígeno y forma hidróxido de hierro, disminuyendo así la cantidad de oxígeno libre. Los absorbentes de oxígeno se encuentran comúnmente en empaques de carne vacuna y aviar, café y comidas deshidratadas.

Figura 2. Ageless Sachet and Label, Mitsubishi Gas Chemical Co.



Control microbiano

Algunos *sachets* liberan etanol como agente antimicrobiano para extender la vida útil de productos horneados con alto contenido de humedad. Muchos documentos científicos evidencian el uso de etanol para prevenir el crecimiento de moho, hongos y bacterias. Se ha demostrado que el uso de envases activos liberadores de etanol al 95% aumenta significativamente la vida útil de los productos panificados (en al menos 10 días).

Otra opción para el control del crecimiento de microorganismos se basa en el agregado de aceites esenciales extraídos de especias, por ejemplo: aceite esencial de orégano, aceite de mostaza, aceite de canela, entre otros. Se ha estudiado el agregado de aceite esencial de orégano junto a un absorbente de oxígeno en la preservación de ensaladas envasadas. Se documenta que este método extiende la vida útil del producto de 24 a 60 días.

En general, con respecto a los envases activos con *sachets*, las desventajas radican principalmente en que no pueden ser utilizados para alimentos líquidos y pueden ser ingeridos accidentalmente por los consumidores.

Uno de los últimos adelantos respecto a empaques activos son los envases que liberan sustancias antimicrobianas de forma controlada. El principio básico de este concepto es el cambio en el entorno del envase: pH, temperatura, radiación UV. El envase responde a este estímulo externo liberando el componente antimicrobiano. La gran ventaja es que el sistema solamente responde al estímulo indicado, haciéndolo muy eficiente respecto a otros sistemas de extensión de vida útil de alimentos.

Envases inteligentes

Los envases inteligentes tienen como objetivo monitorear ciertos aspectos del producto que contienen y reportar esta información, que puede ser sobre el entorno del envase o directamente sobre la calidad del producto contenido, al consumidor. Para medir la calidad debe existir contacto directo entre el producto y el envase o entre el envase y el espacio libre. A fin de cuentas, el envase inteligente debe ayudar al consumidor en la decisión de compra, argumentada en la vida útil del producto, la calidad y la seguridad en el consumo, así como advertir de posibles problemas.

Algunos ejemplos pueden ser los códigos QR que aparecen al enfriarse o calentarse un alimento, que, al ser escaneados con un *smartphone*, conducen al consumidor a un sitio web con promociones y contenidos exclusivos; los cambios de color en la etiqueta de un producto que indican que se cortó la cadena de frío o ha sufrido descomposición; el cambio de color en la etiqueta demostrando la calidad del producto, entre otros.

Tecnologías aplicadas a envases inteligentes

La tecnología líder en diseño de envases inteligentes tiene que ver con la introducción de indicadores temperatura-tiempo (TTI, por sus siglas en inglés). Existen dos tipos de TTI:

- TTI de historia parcial: el indicador no responde a menos que el umbral de temperatura haya sido traspasado e indica si el producto fue expuesto a esa temperatura durante un tiempo suficiente para causar un cambio en la calidad o seguridad del producto.
- TTI de historia completa: da una respuesta continua y completa en función de la temperatura a lo largo de toda la historia del producto o embalaje.



Figura 3. Indicador temperatura-tiempo



Envases inteligentes y activos para el futuro

En el caso de la industria alimentaria, el principal reto respecto a estos tipos de envases es que la mayoría de los sensores necesitan estar en contacto directo con los alimentos y, por lo tanto, existe la posibilidad de que los componentes del sensor migren hacia ellos.

Otro inconveniente es el costo de los envases, que añade costos de producción que se trasladan al consumidor final. Sin embargo, algunos de los beneficios de innovar, por ejemplo, en envases activos, van de la mano con beneficios para el productor:

- Reducción en costos de logística asociados con fletes marítimos y terrestres.
- Reducción de mermas.
- Incremento de frescura y calidad del producto empaçado.
- Oportunidad para extender la temporada de producción y expansión de mercados.
- Mayor posicionamiento de la marca del productor del artículo envasado.

Es un desafío para los fabricantes de envases inteligentes y activos el estudio de la ecuación económica para que el comprador elija estos productos, obteniéndose así beneficios que justifiquen la producción de dichos envases. Sin embargo, se constata que los adelantos permiten el abaratamiento del equipamiento tecnológico, haciéndolo más accesible y universal en comparación con unos años atrás.

El Centro Tecnológico del Plástico (CTplas) tiene entre sus objetivos el actuar como articulador y dinamizador de las necesidades y oportunidades del sector, mediante la generación de instancias de asociatividad, complementación y cooperación empresa-empresa y centro de conocimiento-empresa. Por lo tanto, pone a disposición sus técnicos y el respaldo de las instituciones que lo conforman, para

todas aquellas empresas del sector que decidan embarcarse en proyectos de innovación y desarrollo.

Referencias

- AIPIA (s. f.). *Active and Intelligent Packaging Industry Association*. Sitio web <<https://www.aipia.info/index.php>>.
- Dobrucka, R. y Cierpiszewski, R. (2014). "Active and Intelligent Packaging Food - Research and Development - A Review". *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 64(1): 7-15. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/272537501_Active_And_Intelligent_Packaging_Food_-_Research_And_Development_-_A_Review>.
- Huf, K. (s. f.). *Active and Intelligent Packaging: Innovations for the Future*. Disponible en <<http://www.iopp.org/files/public/virginatechkarleighhuff.pdf>>.
- Kerry, J.; O'Grady, M. y Hogan, S. (2006). "Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review". *Meat Science*, 74(1): 113-130.
- LaCoste, A.; Schaich, K. M.; Zumbrennen, D. y Yam, K. L. (2005). "Advancing Controlled Release Packaging through Smart Blending". *Packag. Technol. Sci.*, 18: 77-87.
- Martínez Tenorio, Y. y López Malo, V. (2011). Envases activos con agentes microbianos y su aplicación en los alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5(2): 1-12. Disponible en <[https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5\(2\)-Martinez-Tenorio-et-al-2011.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5(2)-Martinez-Tenorio-et-al-2011.pdf)>.
- Müller, P. y Schmid, M. (2019). "Intelligent Packaging in the Food Sector: A Brief Overview". *Foods*, 8(1): 16. Disponible en <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6352026/>>.
- Plastics Europe (2020). *Plásticos-Situación 2019*. Disponible en <<https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/2511-plasticos-situacion-en-2019>>.
- Visiongain (2015). *Smart packaging market report 2015-2025*. Resumen disponible en <<https://www.visiongain.com/report/smart-packaging-market-report-2015-2025/>>.

