

El envasado inteligente en la industria alimentaria

Smart packing in the Food Industry

*Magali Ordóñez García, Verónica Graciela García Cano, Olalla Sánchez Ortíz,
Laura Gabriela Villanueva Romero y Juan Carlos Bustillos Rodríguez*

Resumen

Hoy en día el desperdicio de alimentos es un factor que amenaza la seguridad alimentaria. El envasado es un componente que tiene un papel esencial en la cadena de alimentos. Actualmente, se están desarrollando nuevos materiales de envasado llamados *inteligentes*, que tienen la finalidad de mantener y alertar sobre la calidad del producto desde su elaboración hasta llegar al consumidor. Estos sistemas presentan elementos para detectar alteraciones: indicadores de gases, frescura, maduración y temperatura, lo que permite dar información sobre el estado del alimento. Dentro de las ventajas que tienen los envases inteligentes es que pueden ser aplicados en todo tipo de alimentos, especialmente en aquellos de corta vida de anaquel, lo que conduce a menores pérdidas económicas y a un menor daño al ambiente. En este sentido, el objetivo de este artículo es describir la importancia y tendencia al uso de empaques inteligentes en la industria alimentaria.

Palabras clave: alimentos, ecología, envase inteligente, medio ambiente.

Abstract

Today, food loss and waste are serious threats to the sustainability of our food systems. Packaging is a component that plays an essential role in the food chain. Currently, new so-called *smart* packaging materials are being developed to maintain and alert about the quality of the product from its production until it reaches the consumer. These systems present elements to detect alterations: indicators of gases, freshness, maturation, and temperature, which allow providing information about the state of the food. Among the advantages of smart packaging is that it can be applied to all types of foods, especially those with short shelf lives, which leads to lower economic losses and less damage to the environment. The objective of this article is to describe the importance and the trend in the use of smart packaging in the food industry.

Keywords: foods, ecology, smart packaging, environment.

CÓMO CITAR ESTA COLABORACIÓN

Bustillos Rodríguez, Juan Carlos. (2024, marzo-abril). El envasado inteligente en la industria alimentaria. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 25(2). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.2.8>

Magali Ordóñez García

Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc

Es Ingeniera en Industrias Alimentarias, Maestra en Ciencias y Doctora en Ciencias, actualmente colabora en el Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadores desde enero de 2021 con el nivel de Candidata, su labor investigadora se enfoca en el control biológico y la tecnología de alimentos.

 [0009-0009-4203-4632](https://orcid.org/0009-0009-4203-4632)

Verónica Graciela García Cano

Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc

Es Químico Farmacobiólogo con Maestría Administración, actualmente colabora en el Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc. Sus labor investigadora se enfoca en seguridad alimentaria y tecnología de alimentos.

 [0000-0002-9075-787X](https://orcid.org/0000-0002-9075-787X)

Olalla Sánchez Ortíz

Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc

Es Químico Biólogo Parasitólogo con Maestría en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos, actualmente colabora en el Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc. Sus labor investigadora se enfoca en seguridad alimentaria, microbiología de alimentos y tecnología de alimentos.

 [0000-0001-9911-4662](https://orcid.org/0000-0001-9911-4662)

Laura Gabriela Villanueva Romero

Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc

Es Ingeniera en Industrias Alimentarias con Maestría en Ciencias de la Productividad Frutícola, actualmente colabora en el Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc. Sus labor investigadora se enfoca en seguridad alimentaria y tecnología de alimentos.

 [0000-0002-4833-5286](https://orcid.org/0000-0002-4833-5286)

Juan Carlos Bustillos Rodríguez

Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc

Es Ingeniero en Industrias Alimentarias, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias, actualmente colabora en el Tecnológico Nacional de México, campus Cuauhtémoc. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadores desde enero de 2021 con el nivel I, su labor investigadora se enfoca en control biológico y tecnología de alimentos.

 [0000-0002-5485-8323](https://orcid.org/0000-0002-5485-8323)

Introducción

El sector alimentario, junto con el de la salud, la energía y las comunicaciones, se consideran de los de mayor importancia para un país (Nakat y Bou-Mitri, 2021). La tendencia hacia mejorar la calidad y seguridad de los alimentos resulta muy importante en el sector alimentario (Müller y Schmid, 2019). Al hablar de *industrias alimentarias* se hace referencia al conjunto de actividades industriales que implican el tratamiento, transformación, preparación, conservación, envasado e innovación de alimentos (Malagíe et al., 2012). Satisfacer las demandas alimentarias de una población creciente y proteger al mismo tiempo el medio ambiente es uno de los grandes desafíos en las próximas décadas (Barrera y Hertel, 2021).

Las actividades derivadas de la industria de los alimentos presentan un alto impacto sobre el planeta, debido a la gran cantidad de desechos generados por los procesos para la fabricación de los diferentes productos que buscan satisfacer al mercado. Esto a su vez es atribuido al cambiante estilo de vida de los consumidores, quienes exigen una calidad cada vez mayor en los productos alimenticios (Restrepo-Gallego, 2006; Santeramo et al., 2018). Por ello, es necesario buscar estrategias que ayuden a conservar los alimentos por mayor tiempo, manteniendo sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales, y disminuyendo a la vez la cantidad de residuos (Batiha et al., 2021).



Video 1. Envases inteligentes.
Crédito: CIENCIA CIMARRÓN,
2023.

Hoy en día la pérdida y el desperdicio de alimentos son amenazas graves a nivel mundial. El hecho de que la mayoría del desperdicio de alimentos se genere en la última etapa de la cadena de suministro, o sea, a nivel del consumidor, ha motivado a que los investigadores, las autoridades gubernamentales, los organismos no gubernamentales y las industrias alimentarias propongan, prueben e implementen continuamente soluciones innovadoras y multifacéticas para abordar este problema (Ojha et al., 2020).

Al hablar de empaque hay que tener en cuenta que éste cumple ciertas funciones básicas. La primera es separar los productos del ambiente externo, la segunda es proporcionar protección, comunicación, conveniencia y contención del alimento, y la tercera, ofrecer envases de diferentes formas y tamaños, que se adapten al estilo de vida del cliente (Müller y Schmid, 2019).

Envases smart

El envasado es un componente esencial para la conservación de alimentos, ya que se emplea como protección o barrera contra la contaminación, el ambiente y los daños mecánicos durante su almacenamiento y traslado, que de lo contrario podrían tener efectos negativos en la calidad e inocuidad del producto (Kalpana et al., 2019). ¿Qué se está haciendo para mejorarlos? En la actualidad, se están desarrollando materiales de envasado inteligentes o *smart*, los cuales sirven para monitorear continuamente las propiedades de los alimentos envasados y proporcionar información en tiempo real sobre su madurez, calidad y seguridad (Cheng et al., 2022). Lo anterior, en gran medida, gracias al avance en áreas de conocimiento como la biotecnología o la nanotecnología, que actúan como motores para desarrollar este tipo de envases inteligentes (Salgado et al., 2021).

El envase inteligente se emplea principalmente para monitorear las condiciones de los alimentos empacados, pero sobre todo permite conocer la condición del producto durante los procesos de almacenamiento y transporte, y de esta forma alertar al consumidor sobre el estado del alimento que tiene a su disposición, para lo cual, estos sistemas involucran elementos que permiten dar información mediante detectores de gases e indicadores de frescura, maduración y temperatura (Chen et al., 2020). Esto es posible gracias a dispositivos llamados *sensores*, los cuales, se utilizan para llevar el seguimiento directo de los atributos de calidad del propio alimento, algunos ejemplos son sensores o indicadores de frescura de algún producto (Müller y Schmid, 2019).



Figura 1. Ejemplo de envases inteligentes en alimentos. Crédito: elaboración propia.

Envases convencionales vs inteligentes

Los envases de alimentos tradicionales son barreras diseñadas para retrasar los efectos adversos del medio ambiente (humedad, oxígeno y radiación solar) en el producto alimentario. Sin embargo, es difícil monitorear y mantener el nivel máximo de calidad durante todas las etapas del procesamiento de alimentos, por lo que, en muchos casos, es posible que el producto no tenga una advertencia sobre problemas relacionados a su deterioro antes de que el consumidor disponga de él (Alam et al., 2021).

Para abordar esta problemática ha surgido un sistema de envase inteligente para el monitoreo de ciertos parámetros de calidad durante las etapas que involucran el procesamiento, transporte y almacenamiento de productos. Teniendo en cuenta las técnicas de fabricación para los envases innovadores e inteligentes, este sistema puede integrarse en el embalaje primario o secundario, brindando información sobre el estado actual del alimento, lo que contribuye a prolongar la vida útil, conservar la calidad de los alimentos y mejorar la seguridad al momento de su consumo. Sin embargo, en la mayoría de los casos implica el agregar un costo adicional al precio final de los productos alimenticios (Yan et al., 2022; Yousefi et al., 2019).

Asimismo, se espera que la incorporación de compuestos derivados de fuentes naturales continúe creciendo, al igual que la incorporación de materiales biodegradables en la formulación del envase (como el almidón, la celulosa, el quitosano, entre otros). Esto es con el fin de contribuir a la reducción del daño ambiental que se genera tanto por el desperdicio de alimentos como por la presencia de envases de un solo uso (Barrera y Hertel, 2021).

Principales aplicaciones de los envases inteligentes (St1)

Una de las ventajas que presentan los envases inteligentes es que pueden ser usados en todo tipo de alimentos, en particular en aquellos de corta vida de anaquel, como frutas, verduras, productos cárnicos o alimentos procesados para su consumo inmediato. Por ejemplo, se utilizan principalmente indicadores de cambios de color, ya que en la carne un cambio de coloración del envase inteligente puede asociarse con cambios en los parámetros del deterioro o producción de gas causado por microorganismos. Esta misma técnica es empleada para mostrar la vida de anaquel de diversos productos lácteos, como la leche pasteurizada. De igual manera, se aplica para indicar la tasa de producción de etileno, el cual está asociado con el índice de maduración en frutas. Además, también existen sistemas inteligentes para alimentos congelados o refrigerados, que brindan una lectura sobre la temperatura a la que se encuentra el alimento en el momento que es adquirido (Barrera y Hertel, 2021).

Conclusión

El desarrollo de envases inteligentes resulta de gran interés y es viable por diversas razones. La implementación de este tipo de envases favorece tanto a la industria alimentaria como al propio consumidor, ya que permite ofrecer productos con la confianza de que este último adquirirá un alimento de calidad, y con una vida de anaquel prolongada. Esto evitará en gran medida el desperdicio de productos alimenticios lo que se traducirá en menores pérdidas económicas, así como en un menor daño al medio ambiente. Además, mantener la calidad de los productos alimenticios también es un tema importante para la ciencia, al buscar mejorar la calidad de vida.

Referencias

- ❖ Alam, A. U., Rathi, P., Beshai, H., Sarabha, G. K., y Deen, M. J. (2021). Fruit quality monitoring with smart packaging. *Sensors*, 21(4), 1509. <https://doi.org/10.3390/s21041509>
- ❖ Barrera, E. L., y Hertel, T. (2021). Global food waste across the income spectrum: Implications for food prices, production and resource use. *Food Policy*, 98, 101874. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101874>
- ❖ Batiha, G. E.-S., Hussein, D. E., Algammal, A. M., George, T. T., Jeandet, P., Al-Snafi, A. E., Tiwari, A., Pamplona, J., Lima, C. A., Thorat, N. D., Zahoor, M., Esawi, M. -E., Dey, A., Alghamdi, S., Hetta, H. F., y Cruz-Martins, N. (2021). Application of natural antimicrobials in food preservation: Recent views. *Food Control*, 126, 108066. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108066>
- ❖ CIENCIA CIMARRÓN. (2023, 16 de febrero). *Envases Inteligentes* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/V1dUSE7ssKU?si=TRwZM35jwttEyQH>
- ❖ Malagí, M., Jensen, G., Graham, J. C., y Smith, D. L. (2012). Procesos de la industria alimentaria. En J. M. Stellman (Directora de la publicación), *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (pp. 67.2-67.7). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones
- ❖ Chen, S., Brahma, S., Mackay, J., Cao, C., y Aliakbarian, B. (2020). The role of smart packaging system in food supply chain. *Journal of Food Science*, 85(3), 517-525. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15046>
- ❖ Cheng, H., Xu, H., McClements, D. J., Chen, L., Jiao, A., Tian, Y., Miao, M., y Jin, Z. (2022). Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications. *Food Chemistry*, 375, 131738. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131738>
- ❖ Kalpana, S., Priyadarshini, S., Leena, M. M., Moses, J., y Anandharamakrishnan, C. (2019). Intelligent packaging: Trends and applications in food systems. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.008>
- ❖ Müller, P., y Schmid, M. (2019). Intelligent packaging in the food sector: A brief overview. *Foods*, 8(1), 16. <https://doi.org/10.3390/foods8010016>
- ❖ Nakat, Z., y Bou-Mitri, C. (2021). COVID-19 and the food industry: Readiness assessment. *Food Control*, 121, 107661. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107661>
- ❖ Ojha, S., Bußler, S., y Schlüter, O. K. (2020). Food waste valorisation and circular economy concepts in insect production and processing. *Waste Management*, 118, 600-609. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.010>
- ❖ Restrepo Gallego, M. (2006, enero-junio). Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. *Producción + Limpia*, 1(1), 87-101. <http://hdl.handle.net/10567/217>
- ❖ Salgado, P. R., Di Giorgio, L., Musso, Y. S., y Mauri, A. N. (2021). Recent developments in smart food packaging focused on biobased and biodegradable polymers. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 125. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.630393>

- ❖ Santeramo, F. G., Carlucci, D., De Devitiis, B., Seccia, A., Stasi, A., Viscecchia, R., y Nardone, G. (2018). Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Research International*, 104, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.039>
- ❖ Yan, M. R., Hsieh, S., y Ricacho, N. (2022). Innovative food packaging, food quality and safety, and consumer perspectives. *Processes*, 10(4), 747. <https://doi.org/10.3390/pr10040747>
- ❖ Yousefi, H., Su, H.-M., Imani, S. M., Alkhaldi, K., M. Filipe, C. D., y Didar, T. F. (2019). Intelligent food packaging: A review of smart sensing technologies for monitoring food quality. *ACS sensors*, 4(4), 808-821. <https://doi.org/10.1021/acssensors.9b00440>