

► Active packaging: What does it consist of and what is its potential in combination with essential oils?

ENVASADO ACTIVO

EN QUÉ CONSISTE Y CUÁL ES SU POTENCIAL EN COMBINACIÓN CON ACEITES ESENCIALES

Por: María. J. Paris · Aurelio López-Malo

RESUMEN

El termino envasado activo es utilizado para referirse a envases que incluyen elementos que mejoran la calidad, seguridad alimentaria y/o vida de anaquel de un alimento. En esta nota de investigación se distingue entre envasado activo de adsorción y de emisión, para la remoción o difusión de compuestos indeseados o deseados dentro del envase del alimento, respecti-

vamente. Igualmente, se aborda al envasado activos de emisión de aceites esenciales (antimicrobianos naturales), que han resultado efectivos en la reducción o completa inhibición del crecimiento microbiano en alimentos.

PALABRAS CLAVE:

Envasado activo · Aceites esenciales · Actividad antimicrobiana



ENVASE ACTIVO ES AQUEL QUE MEJORA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y/O LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL ALIMENTO, AUMENTANDO SU VIDA DE ANAQUEL.

◆◆ ABSTRACT

Active packaging is term used for those packages containing elements that improve food quality, safety and/or shelf-life. This work distinguishes among adsorption and emission active packaging, for the removing or diffusion of unwanted and wanted compounds inside food package, respectively. Also, active packaging emitting essential oils (natural antimicrobials) is revised, since this has allowed the reduction or completely inhibition of microbial growth in food.

◆◆ KEYWORDS:

Active packaging • Essential oils • Antimicrobial activity

◆◆ INTRODUCCIÓN

El concepto de envasado de alimentos frescos ha evolucionado en los últimos años, ya que el envase dejó de ser sólo un protector del alimento contra factores externos, agentes causantes de deterioro o de pérdida de calidad. Actualmente, el envasado también es un medio para la incorporación de elementos que aumenten la vida de anaquel del alimento, o bien, para mejorar sus características sensoriales. Asimismo, sistemas de envasado tales como los realizados en atmósferas modificadas y controladas, o bien los envases inteligentes y los activos, son ejemplos de tecnologías que, actualmente, están ganado interés en la ciencia y tecnología de alimentos. No podría ser de otra forma, ante una sociedad cada vez más exigente, que demanda productos más frescos, listos para el consumo, menos procesados y más naturales. En este ámbito, los aceites esenciales también han sido ampliamente estudiados ya que constituyen fuentes de antimicrobianos naturales y, por eso, una alternativa en el control del deterioro de alimentos frescos. Con el

fin común de mejorar la calidad alimentaria de los alimentos, el envasado activo y los aceites esenciales pueden ser combinados para alcanzar tales objetivos. Por eso, este artículo brinda una nota breve sobre algunos aspectos del envasado activo y de su potencial combinación con aceites esenciales.

● Envase activo

Un sistema de envasado activo es aquel en el cual se incorpora un elemento que mejora la seguridad alimentaria y/o los atributos sensoriales del alimento, aumentando su vida de anaquel, o bien su aceptación por los consumidores. Un envase activo se genera con la introducción de elementos en el envase, que adsorban compuestos que amenacen la calidad del alimento (sistemas de adsorción), o bien de elementos emisores de compuestos capaces de inhibir reacciones adversas dentro del envase (sistemas de emisión). La combinación de ambos también es ventajosa, ya que el deterioro de alimentos no es el resultado de una causa aislada, en muchas ocasiones es resultado de un conjunto de factores (Sen *et al.*, 2012; Wyrwa y Barska, 2017).

● Sistemas de adsorción

Algunos compuestos que pueden deteriorar la calidad de alimentos frescos son: el oxígeno, por promover reacciones de oxidación y crecimiento de bacterias aerobias; la humedad, por suscitar el crecimiento de microorganismos tales como mohos; el dióxido de carbono, por promover reacciones de deterioro; el etileno, por acelerar la respiración y consecuentemente la maduración y ablandamiento de frutas y verduras, por mencionar algunos. Se podrían mencionar otros muchos ejemplos de compuestos no deseados dentro del envase del alimento, tales como los responsables de impartir aromas y sabores no deseados, siendo su remoción ciertamente importante y posible usando sistemas activos de adsorción (Sen *et al.*, 2012; Biji *et al.*, 2015; Schmid *et al.*, 2016; Wyrwa y Barska, 2017).

En este sentido, la remoción de oxígeno del espacio de cabeza del envase involucra un retraso en la oxidación de compuestos de hierro, de ácido ascórbico, de colorantes fotosensibles,

ENVASADO ACTIVO

es aquel en el cual se incorpora un elemento que mejora la seguridad alimentaria y/o los atributos sensoriales del alimento. Un envase activo se genera con la introducción de elementos en el envase como:

1

SISTEMA DE ADSORCIÓN

ADSORBE COMPUESTOS QUE AMENACEN LA CALIDAD DEL ALIMENTO

► Algunos compuestos que pueden deteriorar la calidad de los alimentos frescos son:

1. Oxígeno

Por promover reacciones de oxidación y crecimiento de bacterias aerobias

2. Humedad

por suscitar el crecimiento de microorganismos tales como mohos

3. Dióxido de carbono

por promover reacciones de deterioro

4. Etileno

por acelerar la respiración y consecuentemente la maduración y ablandamiento de frutas y verduras

2

SISTEMA DE EMISIÓN

EMITE COMPUESTOS CAPACES DE INHIBIR REACCIONES ADVERSAS DENTRO DEL ENVASE

► Algunos sistemas activos se introducen o generan dentro del envase con el objetivo de difundir compuestos, tales como:

1. Dióxido de carbono

Inhibe el crecimiento de determinados microorganismos aerobios y reduce la tasa de respiración, maduración y ablandamiento de frutas y verduras frescas

2. Diversos antimicrobianos

Son utilizados con la finalidad de extender la fase lag o inhibir el crecimiento de los microorganismos





LOS ACEITES ESENCIALES SON METABOLITOS SECUNDARIOS DE PLANTAS

de enzimas o de ácidos grasos saturados, intencionalmente introducidos en el envase del alimento. Por otro lado, los adsorbentes de humedad más sencillos son los de gel de sílice, zeolita, fibra de celulosa o cloruro de sodio, capaces de mantener un nivel de humedad tal, en el envase, que no permite el desarrollo de moho. Con respecto al dióxido de carbono, su remoción es normalmente llevada a cabo por óxido o hidróxido de calcio, impregnado en gel de sílice, dispuesto en un sachet poroso dentro del envase. Finalmente, para la adsorción del etileno se utilizan óxido de aluminio, permanganato de potasio incrustado en gel de sílice, paladio incorporado a carbón activado o arcilla de zeolita, inmovilizados en sachets (Sen *et al.*, 2012; Biji *et al.*, 2015; Wyrwa y Barska, 2017).

● Sistemas de emisión

Algunos sistemas activos se introducen o generan dentro del envase con el objetivo de difundir compuestos, tales como dióxido de carbono, diversos antimicrobianos, o bien olores o sabores que puedan beneficiar la calidad del alimento. El dióxido de carbono puede ser, efectivamente, tanto deseado como indeseado dentro del ambiente del envase. A pesar de la desventaja mencionada anteriormente, presenta las ventajas de inhibir el crecimiento de determinados microorganismos aerobios y de reducir la tasa de respi-

ración, maduración y ablandamiento de frutas y verduras frescas. Los antimicrobianos son utilizados con la finalidad de extender la fase lag o inhibir el crecimiento de los microorganismos (Biji *et al.*, 2015; Gómez-Heincke *et al.*, 2016). Mientras que la emisión de dióxido de carbono es posible por medio del uso de sachets porosos conteniendo ascorbato o bicarbonato de sodio, los sistemas de emisión de antimicrobianos más comunes están basados en compuestos de plata (Biji *et al.*, 2015; Gómez-Heincke *et al.*, 2016). Con el creciente interés por utilizar antimicrobianos naturales en la preservación de alimentos, la generación de sistemas de emisión con este tipo de antimicrobianos también ha sido objeto de estudio. Los aceites esenciales, por ejemplo, son sustancias naturales con comprobada efectividad antimicrobiana y cuya utilización en envases activos de emisión será abordada con más detalle en otro apartado de esta nota.

● Sistemas de emisión y aceites esenciales

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de plantas, encontrados en pequeñas cantidades en diversos órganos de la planta, tales como flores, frutos, semillas u hojas, y se encuentran constituidos por un conjunto de compuestos volátiles que les confieren sus propiedades funcionales (Reyes-Jurado *et al.*, 2015; Ribeiro-Santos *et al.*, 2017). En la planta ejercen las funciones de antibacteriano, antifúngico, antiviral, insecticida y la protegen contra herbívoros. Sus propiedades han sido estudiadas y aprovechadas en la ciencia de alimentos como agentes antimicrobianos, donde diversos aceites esenciales tales como los de tomillo, romero, clavo, mostaza y canela han demostrado efectividad antimicrobiana, tanto en sistemas *in vitro*, como en alimentos.

El aprovechamiento de la efectividad antimicrobiana de los aceites esenciales en sistemas de envasado activo de emisión es ventajoso, dado que permite que el antimicrobiano proteja al alimento sin estar en contacto directo con él, lo que reduce la afectación de los

EL ACEITE ESENCIAL SE ENCUENTRA INCORPORADO EN LAS PAREDES DEL ENVASE.

atributos sensoriales del alimento y permite una mayor efectividad antimicrobiana. Además, este tipo de sistema es atractivo para alimentos altamente porosos, dado que los compuestos volátiles del aceite esencial penetran a profundidades no alcanzables por los antimicrobianos no volátiles (Velázquez-Núñez *et al.*, 2013; Han *et al.*, 2014).

En este tipo de sistemas, el aceite esencial debe ser incorporado en un material acarreador, que tanto puede ser introducido en el espacio de cabeza del envase o como una pelí-

cula constituyente de las paredes del envase. En cualquiera de los casos, la permeabilidad y porosidad del material transportador es importante ya que controlan el grado de liberación del aceite esencial hacia el alimento.

Cuando el aceite esencial se encuentra incorporado en las paredes del envase, estas deben presentar buenas propiedades de barrera, para evitar la pérdida de compuestos volátiles a través de las mismas, hacia el exterior del envase. En este caso, la liberación del antimicrobiano debe ser unilateral; de la película hacia

Aceite esencial	Tipo de emisor	Polímero transportador del aceite esencial	Microorganismos inhibidos	Referencia
Romero o tomillo	Esferas	Almidón de chícharo	<i>Listeria monocytogenes</i> , bacterias ácido lácticas y bacterias aerobias totales	Han <i>et al.</i> (2014)
Orégano	Esferas	Resina polimérica altamente adsorbente	<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Enteritidis</i> y <i>Penicillium</i> spp.	Passarinho <i>et al.</i> (2014)
Canela, orégano o zacate limón	Esferas	Resina polimérica altamente adsorbente	Mesófilos aerobios	Espitia <i>et al.</i> (2012)
Orégano o zacate limón	Esferas	Resina polimérica altamente adsorbente	Mesófilos aerobios, mohos filamentosos y levaduras	Medeiros <i>et al.</i> (2011)
Tomillo	Película	Polietileno de baja densidad	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>L. monocytogenes</i> y <i>E. coli</i> O157:H7	Solano y Gante (2012)
Tomillo	Película	Quitosano	Levaduras	Quesada <i>et al.</i> (2016)
Canela (85 %) y romero (15%)	Película	Proteína de suero de leche	<i>Penicillium</i> spp.	Ribeiro-Santos <i>et al.</i> (2017b)
Albahaca	Película	Proteína de pescado, gelatina de piel de pescado y nano-partículas de óxido de zinc	Bacterias psicrófilas, bacterias ácido lácticas, <i>Pseudomonas</i> y enterobacterias	Arfat <i>et al.</i> (2015)
Orégano	Película	Gelatina de carpa plateada y quitosano	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Bacillus</i> spp.	Wu <i>et al.</i> (2014)
Orégano o canela	Película	Quitosano o amaranto	<i>Aspergillus niger</i> y <i>Penicillium digitatum</i>	Avila-Sosa <i>et al.</i> (2012)

Tabla 1. Efecto antimicrobiano de la combinación de aceites esenciales con sistemas de envasado activo.

el espacio de cabeza del envase, y dependerá del tipo de polímero y del número de capas o poros del mismo. Efectivamente, se han realizados estudios en que se ha probado incluir aceites esenciales tales como los de tomillo, zacate limón, orégano y canela en diferentes polímeros, logrando reducir o anular, con tal combinación, el crecimiento de bacterias y mohos causantes de deterioro en alimentos. Los polímeros que han sido estudiados con este propósito son algunos de origen natural tales como alginato, quitosano, κ-carragenina, almidón, celulosa, gluten, proteína de suero de leche, proteína de soya, gelatina de piel de pescado y ácido poliláctico, pero también polímeros de origen fósil tal como el polietileno de baja densidad (Avila-Sosa *et al.*, 2012; Solano y Gante, 2012; Biji *et al.*, 2015; Quesada *et al.*, 2016).

Cuando el emisor activo es incorporado en el espacio de cabeza del envase puede consistir en un sachet, que tanto puede ser el transportador del antimicrobiano o contener un material en su interior, que transporta el aceite esencial. Por ejemplo, el aceite esencial puede estar contenido en esferas porosas, que se introducen dentro del sachet para su fácil incorporación dentro del envase. Dichas esferas deben ser hechas de un polímero con importante poder de emisión y presentar tamaño adecuado para la liberación del aceite esencial. El alginato, el quitosano, el almidón y la gelatina son ejemplos de polímeros usados en la encapsulación de aceites esenciales, por lo que pueden ser útiles en la preparación de las esferas mencionadas. Los estudios reportados acerca de esferas antimicrobianas

preparadas con aceites esenciales son escasos. Sin embargo, algunos autores reportan haber observado una reducción en la población de mohos y/o bacterias causantes de deterioro en alimentos, utilizando esferas preparadas con resina polimérica altamente adsorbente y aceites esenciales de romero, tomillo, zacate limón, orégano o canela (García-Ceja y López-Malo, 2012; Han *et al.*, 2014; Passarinho *et al.*, 2014; Quesada *et al.*, 2016). La tabla 1 muestra una recopilación de trabajos que han reportado el empleo de aceites esenciales en empaques activos. Para una mayor profundización en los temas tratados en esta nota, se recomienda leer el artículo de Paris y López-Malo (2018).

CONCLUSIÓN

El envasado activo constituye una alternativa para el control de la calidad sensorial y microbiológica de los alimentos frescos, tanto a través de sistemas de adsorción como de emisión de sustancias nocivas y benéficas al alimento, respectivamente. El desarrollo de sistemas activos de emisión de aceites esenciales constituye una potencial solución para la mitigación del deterioro microbiano de alimentos frescos, a través de la aplicación de aceites esenciales a películas o esferas poliméricas.

AGRADECIMIENTOS

La autora María J. Paris agradece a la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y a la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) de México, por financiar sus estudios de doctorado en Ciencia de Alimentos.



María Joao da Silva Gabriela Paris

Estudió la Maestría directa en Ingeniería Biológica (2012) en el Instituto Superior Técnico (Lisboa). Actualmente estudia el Doctorado en Ciencia de Alimentos en la UDLAP, siendo su área de investigación la microbiología de alimentos, con enfoque en el desarrollo de envases

activos con aceite esenciales para la conservación de alimentos,

maria.dasilvagabrielaparisdl@udlap.mx



Aurelio López-Malo

Doctor en Química (Alimentos) por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y profesor del Departamento de Ingeniería Química y Alimentos de la UDLAP desde 1987. Ha publicado más de doscientos artículos científicos en revistas indizadas de prestigio internacional en

el área de ciencia, tecnología e ingeniería de alimentos. Desde 1998 es investigador nacional (CONACYT), actualmente, SNI nivel 3, y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. aurelio.lopezm@udlap.mx

REFERENCIAS

- Arfat, I. A., Benjakul, S., Vongkamjan, K., Sumpavapol, P. y Yarnpakdee, S. (2015). Shelf-life extension of refrigerated sea bass slices wrapped with fish protein isolate/fish skin gelatin-ZnO nanocomposite film incorporated with basil leaf essential oil. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6182-6193.
- Avila-Sosa, R., Palou, E., Jiménez Munguía, M. T., Navarro Cruz, A. R. y López-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology*, 153, 66-72.
- Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O. y Srinivasa Gopal, T. K. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(19), 6125-6135.
- Espitia, P. J. P., Soares, N. F. F., Botti, L. C. M., Melo, N. R., Pereira, O. L. y Silva, W. A. (2012). Assessment of the efficiency of essential oils in the preservation of postharvest papaya in an antimicrobial packaging system. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(4), 307-316.
- García-Ceja, A. y López-Malo, A. (2012). Biopolímeros utilizados en la encapsulación. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(1), 84-97.
- Gómez-Heincke, D., Martínez, I., Partal, P., Guerrero, A. y Gallegos, C. (2016). Development of antimicrobial active packaging materials based on gluten proteins. *Science of Food and Agriculture*, 96, 3432-3438.
- Han, J. H., Patel, D., Kim, J. E. y Min, S. C. (2014). Retardation of *Listeria monocytogenes* growth in mozzarella cheese using antimicrobial sachets containing rosemary oil and thyme oil. *Journal of Food Science*, 79(11), E2272-E2278.

• Medeiros, E. A. A., Soares, N. F. F., Polito, T. O. S., Sousa, M. M. y Silva, D. F. P. (2011). Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 363-370.

• Paris, M. J. y López-Malo, A. (2018). Combinación de tecnologías de envasado con la aplicación de aceites esenciales en la conservación de alimentos frescos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* (documento en publicación).

• Passarinho, A. T. P., Dias, N. F., Camilloto, G. P., Cruz, R. S., Otoni, C. G., Morales, A. R. F. y Soares, N. F. F. (2014). Sliced bread preservation through oregano essential oil-containing sachet. *Journal of Food Process Engineering*, 37, 53-62.

• Quesada, J., Sendra, E., Navarro, C. y Sayas-Barberá, E. (2016). Antimicrobial active packaging including chitosan films with *Thymus vulgaris* L. essential oil for ready-to-eat meat. *Foods*, 5(3), 1-13.

• Reyes-Jurado, F., Franco-Vega, A., Ramírez-Corona, N., Palou, E. y López-Malo, A. (2015). Essential Oils: Antimicrobial activities, extraction methods, and their modeling. *Food Engineering Reviews*, 7, 275-297.

• Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., de Melo, N. R. y Sanches-Silva, A. (2017). Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 132-140.

• Ribeiro-Santos, R., Sanches-Silva, A., Motta, J. F. G., Andrade, M., Neves, I. A., Teófilo, R. F., de Carvalho, M. G. y de Melo, N. R. (2017b). Combined use of essential oils applied to protein base active food packaging: study in vitro and in a food simulant. *European Polymer Journal*, 93, 75-86.

• Schmid, M., Saengerlaub, S. y Mueller, K. (2016). Packaging concepts for fresh meat: a brief overview. *Austin Food Science*, 1(1), 1-3.

• Sen, C., Mishra, H. N. y Srivastav, P. P. (2012). Modified atmosphere packaging and active packaging of banana (*Musa spp.*): a review on control of ripening and extension of shelf life. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 3(9), 122-132.

• Solano, A. C. V. y Gante, C. R. (2012). Two different processes to obtain antimicrobial packaging containing natural oils. *Food Bioprocess Technology*, 5, 2522-2528.

• Velázquez-Núñez, M. J., Avila-Sosa, R., Palou, E. y López-Malo, A. (2013). Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. *Food Control*, 31, 1-4.

• Wu, J., Ge, S., Liu, H., Wang, S., Chen, S., Wang, J., Li, J. y Zhang, Q. (2014). Properties and antimicrobial activity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin-chitosan films incorporated with oregano essential oil for fish preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(1), 7-16.

• Wyrwa, J. y Barska, A. (2017). Innovations in the food packaging market: active packaging. *European Food Research and Technology*, 243, 1681-1692.