

Importancia de la nanotecnología en los alimentos cárnicos

Gutiérrez-Arenas D.A.¹, López-Mora Y.¹, Reséndiz-Cruz V.¹, Cruz-Monterrosa R.G.², Ramírez-Bribiesca J.E.¹, Cuca-García J.M.¹

¹Colegio de Postgraduados. Programa de Ganadería. Línea LPI-16. Innovación Tecnológica. Km. 36.5 Carr. México Texcoco Edo. De México CP 56230. ²Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma. Av. de las Garzas 10, Col. El Panteón, Lerma de Villada Municipio de Lerma, Estado de México, C. P. 52005.

Autor responsable: efrenrb@colpos.mx

RESUMEN

Se describe el estado actual de la investigación y uso de la nanotecnología en la producción de alimentos cárnicos. Se hace referencia al desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones para mantener y mejorar la calidad; asimismo, se muestra el efecto de algunos materiales nanoparticulados y ejemplos de nanotécnicas y encapsulados nanométricos en la conservación de la carne, con el propósito de que el producto sea inocuo para el consumidor.

Palabras clave: Nanoencapsulados, carne, polímeros, alimento.

INTRODUCCIÓN

Las innovaciones tecnológicas en diversas áreas del conocimiento han dado lugar a la nanotecnología, como una ciencia que se ocupa de la creación y uso de dispositivos nanométricos (Figura 1) y es definida por la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) como un campo dedicado a la manipulación de la materia a niveles atómicos y moleculares en una escala de 1 a 100 nm, donde los fenómenos únicos permiten aplicaciones novedosas (NNI, 2007), y que adquiere propiedades y características distintas a materiales con escalas mayores. Su uso tiene un gran potencial para revolucionar el sector agrícola y pecuario. Las tecnologías de nanoescala permitirán la creación de nuevos organismos artificiales, que pueden ser usados en la calidad de los alimentos. Hoy en día los estantes de supermercados cuentan con alimentos que contienen nano-materiales manufacturados como ingredientes, por lo que grandes compañías de la alimentación en el mundo tienen programas activos de investigación y desarrollo nanotecnológico. Este campo tiene un alto potencial de aplicación en todos los aspectos de producción de alimentos; por ejemplo, en la disminución del contenido de grasa o carbohidratos, incremento en el contenido de proteínas, fibra o vitaminas, fortalecimiento de aromas, colorantes y aditivos nutricionales e, incluso, empaques que aumentan la vida útil de los alimentos, entre otras aplica-

ciones. El objetivo de esta revisión es proporcionar una visión general de las aplicaciones de la nanotecnología en los productos cárnicos, como un beneficio al consumidor.

Nanopartículas en la producción de carne

La calidad de la carne se define con base en la calidad nutritiva o por los análisis fisicoquímicos y sensoriales. La producción animal permite reevaluar constantemente los requerimientos de los animales, y uno de los indicadores importantes en las raciones es el balance de micronu-

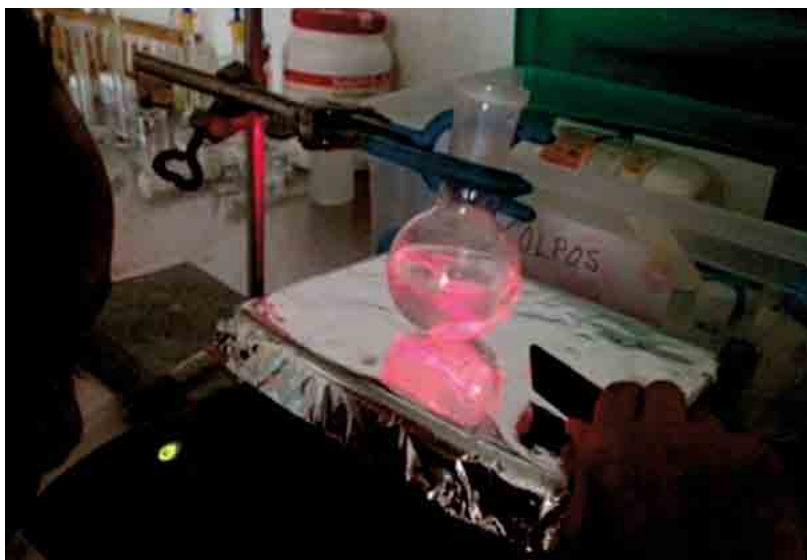


Figura 1. Preparación de dispositivos nanométricos de microminerales de la columna.

trientes que, suministrados en forma nanoparticulada, optimiza su absorción intestinal (Buzea *et al.*, 2007). Recientemente Cai *et al.* (2012) evaluaron nanopartículas (10-150 nm) de selenio (Se) en la calidad de la canal y resistencia a la oxidación en pollos, encontrando una mayor actividad de la glutatión peroxidasa con dosis de 0.30-0.50 mg kg⁻¹ de nano-selenio. Esta enzima es seleno-dependiente y es muy importante en la defensa an-

tioxidante, ya que evita la producción de hidroperóxidos, los cuáles producen productos secundarios que afectan el olor y sabor de la carne. Similarmente Zhou y Wang (2011) evaluaron nanopartículas (60-80 nm) de Se con dosis de 0.30 mg kg⁻¹ en pollos, aumentando la actividad de la glutatión peroxidasa e inosina 5-monofosfato, que impactó en mejor calidad de carne.

El cromo (Cr) es mineral traza y componente esencia del factor tolerante a la glucosa, y se asocia con el metabolismo de proteínas, grasas y carbohidratos. Zha *et al.* (2009) evaluaron nanopartículas (30-60 nm) de picolinato de Cr en pollos de engorda sometidos a estrés por calor, aumentando el rendimiento de eviscerado de la canal con aumento de peso y contenido de proteína en pechuga y muslo, así como menor contenido de colesterol y grasa. Por su propiedad antibacteriana, el uso de la plata (Ag) en la producción animal ha despertado el interés de algunos investigadores,

ya que su uso es limitado debido a sus efectos tóxicos en el organismo, provocando problemas de salud pública; sin embargo, según Grodzick y Sawosz (2006), la toxicidad se elimina con el uso de la plata nanoparticulada.

Nanoencapsulados en la conservación de la carne

La higiene y sanidad de la carne (inocuidad o seguridad del alimento)

constituyen elementos innegociables y de valor absoluto, ya que se considera que un alimento no debe ocasionar daño o enfermedad a la persona que lo ha consumido. De ahí la importancia de mantener una buena higiene en este producto en todo momento. Además, tener una carne íntegra es importante económicamente ya que una alteración disminuye la vida de anaquel y dificulta su comercialización (Flores *et al.*, 2011). El efecto antimicrobiano de las nanopartículas de plata (Ag) es conocido. Actualmente se investiga su aplicación en el envasado de cárnicos en la elaboración sabores, olores y en *nanosensores*, para la detección de *analitos* (gases de descomposición) producidos por patógenos en alimentos (Duncan, 2011). El área más activa de investigación alimentaria con aplicaciones de nanociencia es el envasado (Figura 2), debido a la gran aceptación por parte del consumidor. Los avances de la nanotecnología inciden en la industria alimentaria y podrán aplicarse de diversas maneras en los productos cárnicos, para poder mejorar su calidad y alargar su vida de anaquel.

Durante el procesamiento de la carne, el picado produce mayor reparto de bacterias y aumenta la superficie de contacto con el aire. Varios aceites esenciales (Ae) son efectivos contra ciertas bacterias psicótrofas para degradar compuestos aromáticos; éstos pueden usarse como conservadores naturales de alimentos cárnicos. Su empleo es limitado por consideraciones de gusto y sabor, pero su encapsulación es una alternativa muy prometedora.

Se ha demostrado que los Ae tienen propiedad antimicrobiana frente a bacterias patógenas que se desarrollan en hamburguesas. El Ae de orégano (*Origanum vulgare* ssp. *Hirtum*) fue el más activo y se estableció que la microencapsulación con goma arábiga como material de pared favorece su conservación, vehiculización y dosificación (González, 2007). Las microencápsulas de Ae de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) son más efectivas que el aceite sin encapsular, frente a *Listeria monocytogenes* en salchichas de hígado de cerdo (Pandit y Shelef, 1994). El uso de nanopartículas y nanocapsulados en alimentos y empaques alimenticios deben estar sujetos a pruebas de seguridad, antes de ser incluidos en el comercio de los productos de alimentos (Sorrentino *et al.*, 2007). En la actualidad algunos nanocompuestos ya son usados como material de embalaje o recubrimiento, para controlar la difusión de gases y prolongar el tiempo de conservación (Figura 3).



Figura 2. Nanoempaques para la conservación de la carne.

Cada vez se utilizan más productos basados en la nanotecnología para elaborar materiales de contacto con los alimentos dotados de propiedades antimicrobianas (Daniells, 2007); por ejemplo, el innovador diseño de sensores capaces de detectar contaminación bacteriana y reaccionar contra ella. Analistas de la nanotecnología suponen que entre 150-600 nanoalimentos y 400-500 aplicaciones de nanoempaque para alimentos cárnicos, ya están en el mercado (Ozimek *et al.*, 2010); un ejemplo de lo anterior es el envoltorio plástico Dur-than® KU 2-2601, usado para



Figura 3. Secado por liofilización de nanopartículas para prolongar el tiempo de conservación en productos cárnicos.

envolver embutidos, carne y queso. Este material contiene nanopartículas de sílice (*Si*) en un nano compuesto polimérico, que impiden la entrada de oxígeno y gas, alargando el tiempo de conservación del alimento (Helmut Kaiser Consultancy Group, 2007b). Otra de las aplicaciones son los microencapsulados de colorantes naturales para embutidos. De acuerdo con Garzón *et al.* (2012), el color proporcionado por la oleoresina microencapsulada en el chorizo se aleja de los valores de referencia, pero presentó mayor estabilidad en condiciones de humedad y temperatura extrema, comparada con la oleoresina de paprika extraída por fluidos supercríticos. Los microencapsulados de extractos de uva (*Vitis vinifera*) son eficaces en la lucha contra los patógenos, la oxidación de este alimento, y para mantener el color rojo, debido a su capacidad antioxidante y como aporte de pigmentos naturales (Huertas, 2010).

En la actualidad no existe una legislación completa para el uso de nanopartículas en productos cárnicos, ya que existe la posibilidad de que éstas entren en contacto con los alimentos (carne) y que al migrar contaminen el alimento, por lo que son necesarios más estudios al respecto. Por ello, antes de su aplicación industrial es importante considerar las regulaciones de los riesgos potenciales asociados a la nano-dimensiones y la posible migración de los iones metálicos en los alimentos o bebidas (Llorens *et al.*, 2012).

Nanotecnicas usadas en la conservación de la carne

Nano-empaques

Se usan compuestos nanoestructurados de plata (*Ag*), cobre (*Cu*) y zinc (*Zn*) que están en contacto con alimentos para su conservación (Llorens *et al.*, 2012). Como se mencionó, la plata es actualmente el antimicrobiano más usado. Sus partículas de tamaño nanométrico están inmovilizadas en polímeros de envasado de alimentos, lo que permite mayor

vida útil de la carne. Una desventaja es la incertidumbre acerca de si las partículas de *Ag* pueden migrar desde el empaque a la carne (Llorens *et al.*, 2012); de igual forma, se encuentra la viabilidad del *ZnO* (óxido de zinc) incorporado en nanocompuestos poliméricos destinados para el envasado de alimentos, la cual ya ha sido aprobada. Asimismo, las nanopartículas de cobre (*Cu*) se han distribuido en películas de quitosano, destinadas para aplicaciones de envasado de alimentos. Existen estudios que evalúan las propiedades antibacterianas y físicas del policloruro de vinilo (*PVC*) recubierto con película a base de nanopartículas de *ZnO*, que son eficientes contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. La película de *PVC* recubierta con nanopartículas de *ZnO* tiene buen potencial para usarse en el envasado de alimentos (Li *et al.*, 2010).

Nano-sensores

Los productos frescos y carnes presentan características que pueden ser fácilmente distinguidas por los consumidores; algunas de éstas son el color, olor, sabor u otras características sensoriales, que en ocasiones pueden estar alteradas por diferentes factores (Troy y Kerry, 2010). Como los materiales de envasado limitan la exposición sensorial, los consumidores deben confiar en las fechas de caducidad; por ello, los nanosensores están diseñados para detectar la presencia de gases, aromas, y contaminantes químicos y patógenos. Esto no sólo es útil para el control de la calidad y garantizar a los consumidores un punto ideal de frescura y sabor, sino que también tiene el potencial de mejorar la seguridad alimentaria y reducir la frecuencia de las enfermedades transmitidas por los alimentos. Más allá de los beneficios que ofrece a los compradores de supermercados y fabricantes de alimentos, los sensores basados en la nanotecnología tienen el potencial de revolucionar la velocidad y la precisión con la que las industrias o las instancias reguladoras detecten la presencia de contaminantes moleculares o adulterantes en matrices alimentarias complejas. Muchos de estos ensayos se basan en los cambios de color observados que se producen a las soluciones de nanopartículas de metal en la presencia de analitos (Duncan, 2011).

Detector de oxigeno

Dentro de las medidas que se deben tomar para mantener la calidad higiénica de la carne, está la regulación de la permeabilidad de los gases, como el oxígeno, ya que acelera el crecimiento de microorganismos aerobios que afectan la conservación de la carne (Taik, 2010; Flores *et al.*, 2011).

Actualmente se están ideando métodos de detección basados en la nanotec-

nología, como son los nanosensores. Por ejemplo, se ha desarrollado una tinta fotoactivada para la detección de oxígeno en paquetes de carne sobre la base de tamaño nanométrico de partículas del dióxido de titanio (TiO_2) o dióxido de estaño (SnO_2) y un tinte (azul de metileno) redox-activo; este detector cambia gradualmente de color en respuesta incluso a cantidades mínimas de oxígeno (Duncan, 2011).

Detector de aminas

Otros ejemplos de detección de gases relacionados con la seguridad o calidad de los alimentos incluye la detección de aminas gaseosas que son indicadoras del deterioro de la carne (Tamim y Doerr, 2003) y, en tales casos, los compuestos de nanopartículas de SnO_2 pueden detectar estos gases en el nivel de partes por millón (Li *et al.*, 2010).

Detector con inmunógenos

Los métodos de detección biológicos se dan también por las interacciones selectivas antígeno-anticuerpo. Una técnica conocida es la de separación inmunomagnética (SIM); ésta utiliza partículas magnéticas unidas a anticuerpos selectivos en combinación con un imán. El objetivo de la prueba es hacer una separación selectiva del *analito* a partir de la matriz del alimento (partículas magnéticas a nanoescala). Por ejemplo, si se quiere separar eficientemente algunas bacterias, la unión de anticuerpos selectivos de *L. monocytogenes* con nanopartículas de óxido de hierro (FeO) magnéticas, puede usarse eficientemente en la leche contaminada y de esta manera detectar estos microorganismos con análisis de PCR en tiempo real. Un enfoque similar se ha utilizado para aislar *E. coli* a partir de carne de vacuno recién molida, con más de 94% de eficiencia de captura y sin interferencia de otras especies bacterianas. Sin embargo, la mayor parte del trabajo en nanosensores o ensayos para analitos relacionados con los alimentos está todavía en las primeras etapas de desarrollo (Duncan, 2011).

Nano-antioxidantes

Existen estudios donde se ha evaluado la eficacia de la actividad antioxidante in vitro del β -caroteno y ácido α -lipoico en conjugación con un lípido encapsulado. Esta actividad fue determinada por la actividad captadora de radicales en estado libre. La nanoemulsión se preparó y se liofilizó para obtener nanocápsulas de un tamaño de partícula de 320.8 ± 1.48 nm para el ácido α -lipoico y 210.5 ± 1.23 nm para el β -caroteno (Sen y Ghosh, 2012), de tal forma que la nanotecnología es buena alternativa para evitar la auto-oxidación de ácidos grasos poliinsaturados de algunos alimentos (Xu *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

El uso de la nanotecnología en la producción cárnica, ya sea como parte de nuevos ingredientes alimenticios o como complementos en su procesamiento, es cada vez mayor; sin embargo, no se debe perder de vista la relación riesgo-beneficio. Por ello, es muy importante generar más información que pueda dar al consumidor la tranquilidad de colocar en su mesa un alimento sano y de buena calidad.

LITERATURA CITADA

- Buzea C., Pacheco B.I., Robbie K. 2007. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. *Biointerphases*. 2:1-103.
- Cai S.J., Wu C.X., Gong L.M., Song T., Wu H., Zhang L.Y. 2012. Effects of nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue selenium content in broilers. *Poultry Science*. 91:2532-2539.
- Daniells S. 2007. Thing big, think nano. *Food Navigator.com Europe* 19 December 2007. Available at: <http://www.foodnavigator.com/news/ng.asp?n=82109> (accessed 29 April 2013).
- Duncan T.V. 2011. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*. 363: 1-24.
- Flores R.C., Leal M., Ruiz R.J., Sánchez E., Moreno M., Castro G., Barboza Y. 2011. Tiempo de almacenamiento e identificación de bacterias ácido láctico en carnes de res picada empacadas al vacío. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 21: 425-433.
- Garzón M.A.G., Londoño-Londoño J., Hurtado M.I.G., Cardona L.D.J.M., Rincón C.C.S. 2012. Aplicación de la pprika extraída por fluidos supercríticos y microencapsulada por spray-drying en un producto embutido. Una alternativa como colorante natural. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 9. No. 2. Pag. 87
- González C., Margalef M.I., Molina A., Viturro C. 2007. Conservación de hamburguesas de carne por combinación de factores. temperatura, envase, envasado al vacío y aceite esencial de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* encapsulado. *La industria cárnica latinoamericana*. 149p.
- Grodzik M., Sawosz E. 2006. The influence of silver nanoparticles on chicken embryo development and bursa of Fabricius morphology. *Journal Animal Feed Science*. 15:111-114.
- Helmut Kaiser Consultancy Group. 2007b. Strong increase in nanofood and molecular food markets in 2007 worldwide. <http://www.hkc22.com/Nanofoodconference.html>
- Huertas R.A.P. 2010. Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronoma de Medelln*. 63(2), 5669-5684.
- Li X.H., Xing Y.G., Li W. L., Jiang Y.H., Ding Y.L. 2010. Antibacterial and physical properties of poly (vinyl chloride)-based film coated with ZnO

- nanoparticles. Food Science and Technology International. 16: 225-232.
- Llorens A., Lloret E., Picouet P.A., Trbojevich R., Fernandez A. 2012. Metallic-based micro and nanocomposites in food contact materials and active food packaging. Trends in Food Science and Technology. 24: 19-29.
- NNI. 2007. National Nanotechnology Initiative: What is nanotechnology? Disponible en <http://www.nano.gov/html/facts/whatisNano.html>
- Pandit V.A., Shelef L.A. 1994. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Food Microbiology, 11, 57-63.
- Ozimek, L., Pospiech, E., Narine, S. 2010. Nanotechnologies in food and meat processing. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. 4: 401-412
- Sen G. S., Ghosh M. 2012. In vitro study of anti-oxidative effects of β -carotene and α -lipoic acid for nanocapsulated lipids. LWT-Food Science and Technology. 49: 131-138.
- Sorrentino A., Gorrasi G., Vittoria V. 2007. Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. Trends Food Science and Technology. 18:84-95.
- Taik L. K. 2010. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. Meat Science. 86: 138-150.
- Tamin N. M., Doerr J. A. 2003. Effect of Putrefaction of Poultry Carcasses Prior to Rendering on Biogenic Amine Production. Poultry Science. 12: 456-460.
- Troy D. J., Kerry J. P. 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry. Meat Science. 86: 214-226.
- Xu J., Zhao W., Ning Y., Bashari M., Wu F., Chen H., Yang N., Jin Z., Xu B., Zhang L., Xu X. 2013. Improved stability and controlled release of 3/ 6 polyunsaturated fatty acids by spring dextrin encapsulation. Carbohydrate Polymers. 92: 1633-1640.
- Zha L.Y., Zeng J.W., Chu X.W., Mao L.M., Luo H.J. 2009. Efficacy of trivalent chromium on growth performance, carcass characteristics and tissue chromium in heat-stressed broiler chicks. Journal Science and Food Agriculture. 89:1782-1786.
- Zhou X., Wang Y. 2011. Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken. Poultry Science. 90:680-686.

