



Nutrición Hospitalaria



Nanotecnología y seguridad alimentaria *Nanotechnology and food safety*

Amaia de Ariño Otxoa

Elika, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Arkaute, Álava

Resumen

La nanotecnología ofrece perspectivas muy interesantes para la industria alimentaria. Su utilización va en aumento debido a las ventajas que ofrecen las propiedades físicas y químicas de los nanomateriales, aunque su seguridad genera preocupación, sobre todo por el limitado conocimiento de sus efectos en la salud humana.

Se ha revisado el estado actual de la nanotecnología, sus principales aplicaciones en el sector agroalimentario, los diferentes tipos de nanomateriales disponibles y su toxicidad, así como su riesgo y la legislación que les afecta.

Se concluye que, con el fin de mantener un elevado nivel de seguridad alimentaria y de protección para la salud de los consumidores y del medioambiente, es preciso evaluar y gestionar adecuadamente los posibles riesgos que plantean estos nuevos tipos de materiales. Es por ello que las nuevas investigaciones deben ir ligadas a estudios de evaluación de riesgo de la aplicación de los nanomateriales en el sector agroalimentario.

Palabras clave:

Nanomateriales.
Riesgos alimentarios.
Red nano. Toxicidad.

Abstract

Nanotechnology offers very interesting perspectives for the food industry. Due to the benefits offered by the physical and chemical properties of nanomaterials, the use of these materials is increasing in the food industry. There is concern about the safety of nanomaterials, especially because of the limited knowledge about the effects of these materials on human health.

A review of nanotechnology and its main applications in the food industry is carried out, including the different types of nanomaterials available, their toxicity, the risk assessments performed and the actual legal situation in Europe.

It is concluded that, in order to maintain a high level of food safety and protect the health of consumers and environment, the potential risks of these new materials need to be properly evaluated and managed. Though, the research should be directed to develop risk assessment of the application of nanomaterials in the food industry.

Key words:

Nanomaterials. Food risks. Nano network. Toxicity.

Correspondencia:

Amaia de Ariño Otxoa. Elika, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Granja Modelo, s/n. 01192 Arkaute, Álava
e-mail: adearino@elika.eus

INTRODUCCIÓN

La nanotecnología es la aplicación de conocimientos científicos para modificar la materia a escala nanométrica ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) con el fin de hacer uso del tamaño y de las propiedades físicas y químicas que adquieren estas partículas. La principal ventaja que ofrece esta técnica surge de las propiedades físicas y químicas específicas de estas partículas de tamaño nanométrico, que difieren de las habituales a mayor escala, como mayores actividades óptica, eléctrica y magnética y una mayor superficie específica de contacto.

La nanotecnología ofrece perspectivas muy interesantes para la medicina, la alimentación, la información, la tecnología y la energía. Concretamente, en el sector agroalimentario esta herramienta posibilita el desarrollo de productos y aplicaciones innovadoras: mejorar los colores, sabores y textura, aumentar la biodisponibilidad de nutrientes, evitar el deterioro microbiano de los alimentos envasados, etc.

Debido a estas propiedades especiales de los nanomateriales, existe preocupación en lo relativo a su seguridad, sobre todo por el aumento de la exposición a estos materiales y el limitado conocimiento sobre sus efectos en la salud humana.

MÉTODOS

Se ha revisado la situación de la nanotecnología y la de sus principales usos en alimentación, así como los diferentes tipos de nanomateriales disponibles, su toxicidad y evaluación de riesgo y la legislación que se le aplica a estos materiales.

Se ha tomado como principal referencia la información procedente de la red científica para la evaluación de riesgos de las nanotecnologías en los alimentos y piensos. Nano Network, puesta en marcha por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en el año 2010 con el fin de seguir la evolución de estas tecnologías, compartir información y buenas prácticas y armonizar la evaluación de riesgos de los nanomateriales (1).

Igualmente, se han tomado como referencia los diversos dictámenes y evaluaciones de riesgo emitidos por los comités científicos de EFSA, así como informes científicos externos encargados por las autoridades europeas (2,3).

RESULTADOS

NANOMATERIALES

Los nanomateriales se definen como los materiales naturales, secundarios o fabricados que contienen partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado, en los que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presenta una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendidos entre 1 nm y 100 nm (4). En función del número de dimensiones que tengan a escala nanométrica, los nanomateriales pueden clasificarse en películas finas (una sola dimensión a

escala nanométrica), nanotubos y nanohilos (dos dimensiones) y nanopartículas (tres dimensiones). Atendiendo a su naturaleza química, los nanomateriales pueden dividirse en tres categorías:

1. *Nanomateriales orgánicos o blandos*. Se utilizan para la encapsulación de ingredientes (vitaminas, antioxidantes, colorantes, aromas, conservantes, nutracéuticos, agentes antimicrobianos, etc.), plaguicidas y medicamentos veterinarios, mejorando así su estabilidad y su biodisponibilidad. Forman micelas, liposomas o nanoesferas, en muchas ocasiones de origen natural, que pueden ser de carácter lipídico, proteico o polisacárido:
 - Lípidos. Son los que más se aplican, ya que pueden ser producidos utilizando ingredientes naturales a escala industrial y tienen la capacidad para encapsular compuestos con diferentes solubilidades.
 - Proteínas. Se construyen las estructuras a partir de moléculas capaces de autoensamblarse, como las caseínas de la leche (micelas naturales autoensambladas con un diámetro de 50 a 500 nm).
 - Polisacáridos. Los más utilizados en aplicaciones farmacéuticas y biomédicas son las pectinas, goma guar o alginatos (de origen vegetal) y el quitosano y sulfato de condroitina (de origen animal).
2. *Nanomateriales inorgánicos o duros*. Se utilizan como combinación de polímeros o incrustados en matrices de polímeros. Pertenecen a esta categoría los nanomateriales de plata, hierro, calcio, magnesio, selenio, dióxido de titanio, óxido de zinc y silicatos. Su principal área de aplicación es en el envasado de alimentos como recubrimiento de superficies, barreras contra gases y contra microorganismos, protección ultravioleta, etc.
3. *Nanomateriales combinados (orgánico/inorgánico)*. Añaden ciertos tipos de funcionalidad a la matriz, como la actividad antimicrobiana o una acción conservante a través de la absorción de oxígeno. Se utilizan en el envasado de alimentos: se incorporan a la matriz de polímero de los envases para ofrecer resistencia mecánica o una barrera contra los olores, los sabores o la humedad. Un ejemplo son las nanoarcillas.

Para poder utilizar un nanomaterial en la industria alimentaria, ha de ser previamente autorizado para una aplicación concreta. Entre los nanomateriales autorizados para su uso en la Unión Europea (UE) se incluyen varios materiales de silicio y plata, carbonato de calcio (E170), arcilla bentonita (E558), nanopolímeros, nanosensores, nanotubos de carbón, pigmentos, nanoemulsión de pesticidas, etc. (4).

La mayoría de los compuestos actualmente autorizados son nanomateriales inorgánicos, mientras que la mayoría de los compuestos que están siendo objeto de estudio son nanomateriales orgánicos, lo que sugiere que los futuros desarrollos irán hacia un incremento de estos últimos.

La nanotecnología ofrece grandes perspectivas para el sector agroalimentario, fundamentalmente en el campo del envasado (envases activos e inteligentes) y en el desarrollo de nuevos productos, como nanoalimentos funcionales o ingredientes micro-

capsulados con liberación controlada. En lo que se refiere a la mejora de los procesos alimentarios, la nanotecnología puede utilizarse en la mejora de muchos procesos, como la gelatinización y la elaboración de emulsiones y de espumas. Finalmente, el desarrollo de biosensores plantea muchas posibilidades en el campo de la calidad y la seguridad alimentaria.

La EFSA encargó la elaboración de un inventario de las aplicaciones actuales y futuras de la nanotecnología en el sector agroalimentario (*Nano Inventory*) (5). Según este inventario, los aditivos alimentarios y los materiales en contacto con los alimentos son las aplicaciones actuales más utilizadas. Respecto a los futuros desarrollos, está trabajándose en el campo de los nanoencapsulados y nanocompuestos en aplicaciones como nuevos alimentos, aditivos para alimentos y piensos, biocidas, pesticidas y materiales en contacto con alimentos.

TOXICIDAD

Existe poca información sobre las propiedades de los nanomateriales y de su posible toxicidad, ya que las propiedades físicas y químicas de las nanopartículas difieren de las del propio material a mayor escala y su toxicidad no puede extrapolarse.

En el inventario publicado por la EFSA (5) se recopila toda la información toxicológica disponible para cada uno de los nanomateriales identificados y se detallan sus propiedades físico-químicas, el mecanismo de acción, la toxicología aguda y crónica, la citotoxicidad, la genotoxicidad, la mutagenicidad y la carcinogenicidad, siempre y cuando estos datos estén disponibles. La mayor información disponible es de la sílice, del dióxido de titanio y de la plata.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

La autorización de un nanomaterial para su uso en alimentación debe incluir la evaluación de los posibles riesgos para la salud y para el medioambiente, ya que es preciso evaluar y gestionar adecuadamente los posibles peligros que plantean estos nuevos tipos de materiales.

En el año 2009, el comité científico de la EFSA realizó una evaluación sobre los "riesgos potenciales derivados de las nanotecnologías para la alimentación y los piensos" (2), en la que se concluía que aún existen muchas incertidumbres sobre la seguridad de esta nueva tecnología. El comité consideró que era conveniente llevar a cabo una evaluación individualizada del riesgo para cada aplicación de un nanomaterial, ya que se precisa información sobre la bioacumulación, los posibles efectos tóxicos de la inhalación o ingestión de nanopartículas acumuladas y las repercusiones a largo plazo en la salud pública.

Posteriormente, el comité científico de la EFSA publicó una "Guía para la evaluación de riesgos derivados de la aplicación de la nanociencia y las nanotecnologías en los alimentos y piensos" (3). Esta guía especifica la información que debe facilitarse para evaluar la exposición a los nanomateriales e indica las incerti-

dumbres que deben considerarse para realizar una evaluación de riesgos.

En el inventario elaborado por encargo de la EFSA (5) se detallan las evaluaciones de riesgo realizadas por diferentes organizaciones sobre aplicaciones específicas de los nanomateriales en alimentación. El volumen de trabajos de evaluación del riesgo llevados a cabo es muy limitado y la principal incertidumbre suele ser el nivel de datos de exposición en humanos.

NORMATIVA APLICABLE

Las referencias a la nanotecnología y a los nanomateriales en la normativa europea son escasas, por lo que por el momento existe poca base legal al respecto.

El Reglamento (UE) 10/2011 sobre materiales en contacto con alimentos especifica que "las sustancias en nanoforma solo se usarán si han sido autorizadas" (6).

Por otro lado, el Reglamento (UE) 2015/2283 relativo a los nuevos alimentos (*novel foods*) establece que "a fin de garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y de los intereses de los consumidores, todo alimento que contenga o consista en nanomateriales artificiales debe ser considerado un nuevo alimento" (7).

En el año 2008, la Comisión Europea emitió una comunicación sobre "Aspectos reglamentarios de los nanomateriales" (8) en la que concluía que la normativa vigente abarcaba los riesgos potenciales para la salud, la seguridad y el medioambiente relacionados con los nanomateriales. No obstante, advertía de que el término "nanomateriales" no figuraba de manera específica en la legislación y recomendaba su inclusión, por lo que posteriormente se definió legalmente el término "nanomaterial" (Comisión Europea, 2011) y, más adelante, el de "nanomaterial artificial" (Reglamento 1169/2011).

Por último, el Reglamento (UE) 1169/2011 (9) sobre la información alimentaria facilitada al consumidor establece que "todos los ingredientes presentes en la forma de nanomateriales artificiales deberán indicarse claramente en la lista de ingredientes. Los nombres de dichos ingredientes deberán ir seguidos de la palabra 'nano' entre paréntesis".

CONCLUSIONES

Cada vez son más las aplicaciones de la nanotecnología descritas para la industria alimentaria y la previsión es que sus usos vayan en aumento debido a las ventajas que ofrecen las propiedades de estos materiales. Debido precisamente a estas propiedades especiales de los nanomateriales, existe preocupación acerca de su seguridad, sobre todo por el limitado conocimiento sobre los efectos de estos materiales en la salud humana y por que la exposición vaya en aumento.

Con el fin de mantener un elevado nivel de seguridad alimentaria y de protección para la salud de los consumidores y del medioambiente, es preciso evaluar y gestionar adecuadamente

los posibles riesgos que plantean estos nuevos tipos de materiales. Las nuevas investigaciones deben ir ligadas a estudios de evaluación de riesgo de la aplicación de los nanomateriales en el sector agroalimentario.

BIBLIOGRAFÍA

1. EFSA. Network for Risk Assessment of Nanotechnologies in Food and Feed (Nano network). 2010.
2. EFSA. Scientific Opinion of the Scientific Committee: The Potential Risks Arising from Nanoscience and Nanotechnologies on Food and Feed Safety. EFSA Journal 2009;958: 1-39.
3. EFSA. Guidance for risk assessment of engineered nanomaterials. EFSA Journal 2011;9(5):2140.
4. Comisión Europea. Recomendación de la Comisión 2011/696/EU, de 18 de octubre de 2011, relativa a la definición de nanomaterial.
5. RIKILT and JRC. External Scientific Report: Inventory of Nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector. EFSA supporting publication 2014;EN-621:125.
6. Reglamento (UE) 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.
7. Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, relativo a los nuevos alimentos.
8. Comisión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo y al Comité Económico y Social Europeo sobre aspectos reglamentarios de los nanomateriales. COM (2008) 366.
9. Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.