



ALIMENTACIÓN Y SALUD

CIENCIA E INNOVACIÓN PARA EL IMPULSO DEL SECTOR ALIMENTARIO

Manuela Juárez^(a) y Guillermo Reglero^(b)

^aCSIC e ^bInstituto IMDEA Alimentación

Resumen

La industria de alimentación y bebidas es el primer sector en España, siendo considerado por ello como el principal motor de la economía del país. Europa y España en particular, comienzan a emerger de la crisis económica. La implantación real de un nuevo modelo económico es extremadamente necesaria y urgente para salir definitivamente de la crisis y que las tasas de ocupación laboral crezcan al ritmo más rápido posible. El nuevo modelo económico hay que basarlo en la competitividad industrial. La alimentación para la salud es un argumento de éxito para la innovación alimentaria del presente y del futuro, pero la I+D que conduzca a ello no puede plantearse ya bajo los parámetros convencionales, sino que las tecnologías 'ómicas' deben formar parte de las metodologías, con el fin de que puedan identificarse los mecanismos moleculares que explican las actividades biológicas conseguidas. Además, no cabe ya duda de que el componente genético tiene que ser considerado, ya que cada vez hay más evidencias de que es determinante de la respuesta a la alimentación por parte de los individuos, que se benefician en distinta medida de sus efectos saludables.

Abstract

The food and beverage industry is the first sector in Spain, thus is considered as the main engine of the country's economy. Europe and Spain in particular, begin to emerge from the economic crisis. The actual implementation of a new economic model is extremely necessary and urgent to definitively overcome the crisis and reach occupation rates growing at the fastest rate possible. The new economic model must base it on industrial competitiveness. Food for health is an argument of high probability of success for food innovation present and future, but new technologies, as the omics, must be a part of methodologies in order to identify molecular mechanisms underlying biological activities. In addition, there is no longer doubt that the genetic component has to be considered because there is increasing evidence that is decisive response to food by individuals who benefit in varying degrees of its healthy effects.

1. La innovación adaptada a los tiempos: motor de la competitividad

La diferenciación y la generación de valor añadido se apoyan en las novedades que las empresas llevan a la sociedad, por ello la innovación ha sido considerada siempre uno de los pilares de la competitividad industrial (Schwab *et al.*, 2013). Europa, y España en particular, comienzan a emerger de la crisis económica más profunda y dañina de los últimos tiempos. Una de sus peores consecuencias es la caída del empleo. La implantación real de un nuevo modelo económico es extremadamente necesaria y urgente para salir definitivamente de la crisis y que las tasas de ocupación laboral crezcan al ritmo más rápido posible, con el fin de mejorar las condiciones de vida de una gran parte de la población. Si el nuevo modelo económico hay que basarlo en la competitividad industrial, para tener éxito, es esencial potenciar el pilar de la innovación.

Pero hay que evitar la complacencia y plantear una innovación sostenible a través de reformas estructurales e inversiones críticas para asegurar que conduce a un entorno próspero y generador de empleo. Hay que identificar bien las fuerzas transformadoras que impulsarán el futuro crecimiento económico. Particularmente importante será la capacidad de las economías para crear nuevos productos con valor añadido. Se acaba la distinción entre países desarrollados y países en vías de desarrollo y en su lugar se diferenciará a los países de *innovación rica* y de *innovación pobre* (Pilot, 2015). La industria de alimentación y bebidas es el primer sector industrial en España, con una relevante aportación al PIB y al empleo industrial. Es considerado por ello como el principal motor de la economía española, de modo que su actividad tiene una sensible repercusión en el país. La intensidad media de innovación de las empresas españolas del sector alimentario (gasto en innovación / cifra de negocios) en 2013 está un 30 % por debajo de la media de la economía española y representa la mitad de la intensidad media de la industria¹. Es por ello que una activación de la intensidad innovadora de la industria alimentaria es esencial para el nuevo modelo económico español.

Pero no puede decirse, realmente, que no aparezcan continuamente novedades en el mercado alimentario. Continuamente, las empresas alimentarias colocan productos con alguna novedad en los centros de distribución. Sin embargo, muchos estudios de mercado indican que más de la mitad de los nuevos productos alimentarios que llegan al mercado fracasan antes del primer año. Se suele atribuir esta alta tasa de fracaso al desconocimiento de las compañías de las necesidades reales de la población. Ello conduce a que los nuevos productos no resuelvan satisfactoriamente problemas importantes para la población que, por tanto, no mantiene el interés en su adquisición y consumo².

Los resultados de la última *Encuesta Nacional de Salud* del Instituto Nacional de Estadística revelan un aumento de las patologías crónicas: la hipertensión arterial ha pasado del 11% al 18% desde 1993, el colesterol elevado del 8 al 16 %, la diabetes del 4 al 7 % y la obesidad 7,4 % en 1987 a 17 % en 2012. Se identifica a España como un país sedentario, cada vez con más obesos, con una alta prevalencia de tabaquismo y con más patologías crónicas directamente relacionadas con estilos de vida como la alimentación, la actividad física y el consumo de alcohol y tabaco. La conclusión de la encuesta es «queda mucho por hacer en prevención y promoción de la salud».

La población en general es consciente de estas poco satisfactorias situación y tendencia de la salud comunitaria. Ello está bien constatado en las numerosas encuestas y estadísticas que se vienen realizando desde hace varias décadas. Por ejemplo, el barómetro de otoño *Index Life* del Instituto de Prospectiva Internacional señaló que «la salud personal y la de las personas queridas es la principal preocupación de los españoles».

En estas circunstancias, no es arriesgado concluir que la alimentación para la salud es un argumento de alta probabilidad de éxito para la innovación alimentaria del presente y del futuro, pero esta debe adaptarse a las demandas de los consumidores, más o menos conscientes, pero reales sin lugar a dudas.

¹ FIAB (2014): *Informe Económico*; pp. 109.

² FOOD PROCESSING (2014): <http://www.foodprocessing.com/articles/2014/what-drives-new-food-and-beverage-product-success/>.

2. Innovación sostenible en alimentación para la salud: la eficacia

La alimentación para la salud, como estrategia innovadora de la industria alimentaria mundial, no representa nada nuevo. Cualquier buscador de Internet localiza rápidamente millones de entradas si se marcan las palabras clave *food* y *health*. Ello es un sólido indicador del interés social universal que existe por el binomio alimentación-salud. Cabe preguntarse entonces por qué en estas circunstancias fracasan comercialmente tantos productos alimentarios para la salud, y por qué la alimentación para la salud no está siendo el elemento tractor de la potencia esperable para la generación de valor añadido, empleo y competitividad de la industria alimentaria.

Son muchos los factores a los que podría atribuirse esa falta de potencia de la innovación alimentaria para la salud. Continuamente se publican análisis al respecto³. Sin embargo, es posible que la clave se focalice en un solo factor: la eficacia.

Conseguir un efecto positivo de la alimentación en la salud es el objetivo clásico de la nutrición. Sin embargo, desde hace tres décadas lo que se persigue va más allá de esto. El objetivo de la nutrición moderna, la de la transición del siglo XX al siglo XXI, es contribuir a la mejora de la salud de la población mediante la prevención eficaz de las enfermedades crónicas. Incluso se habla cada vez más de una nueva *nutrición del siglo XXI*, que trata de obtener de la alimentación efectos preventivos para las enfermedades crónicas que tanto sufre la población (Ramírez de Molina *et al.*, 2015).

El comienzo de la nueva era de la nutrición tuvo lugar en Japón a comienzos de la década de 1980. El aumento de la esperanza de vida de la población japonesa que tuvo lugar después de la Segunda Guerra Mundial generó un alto gasto sanitario, que el Gobierno japonés trató de contrarrestar mediante programas de prevención de la enfermedad crónica inspirados en el desarrollo científico. Ese fue el comienzo de los ya generalmente conocidos como «alimentos funcionales». Con estos programas, se pretendía ir más allá del concepto nutricional clásico de los alimentos, buscando en ellos propiedades bioactivas capaces de prevenir enfermedades y mejorar la salud. Llegó a establecerse un Reglamento para la comercialización de alimentos de estas características, aún vigente en la actualidad y que califica como «FOSHU» (*Foods of Specific Health Use*) a los alimentos para los cuales se ha demostrado científicamente que poseen esas cualidades (Rodrigo Durán y Valenzuela, 2010).

El interés por los alimentos funcionales llegó algo más tarde a Europa. En 1995 y con un presupuesto de 360.000 euros, la Comisión Europea puso en marcha la Acción Concertada de Ciencias de la Alimentación Funcional en Europa (FUFOSE), coordinada por el *International Life Science Institute* (ILSI) y dirigida a establecer un enfoque basado en la ciencia para los alimentos funcionales (Diplock, 1998). El objetivo de esta acción concertada fue evaluar críticamente la base científica necesaria para proporcionar evidencia de que determinados nutrientes y componentes alimenticios afectan positivamente a las funciones del cuerpo hu-

³ «Five Steps to Food and Beverage Success»; *Public Health Law. Minnesota* (2015). <http://publichealthlawcenter.org/>.

mano. El concepto de alimento funcional emitido por el ILSI es el que ha encontrado mayor aceptación. Un alimento puede ser considerado funcional si se ha demostrado que afecta beneficiosamente una o más funciones del organismo, más allá de sus efectos nutricionales básicos, es relevante para la mejora del estado de salud y bienestar y eficaz para la reducción de riesgo de enfermedad.

El trabajo generado por FUFOSSE sirvió de base para el proyecto PASSCLAIM (*Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods*), financiado también como Acción Concertada por la Comisión Europea para el periodo 2001-2005 con un presupuesto de 1.200.000 euros. Se trataba de producir una herramienta genérica para evaluar la base científica de las alegaciones relacionadas con la salud de los alimentos y componentes alimenticios y establecer criterios de cómo deben ser identificadas, validadas y utilizadas dichas alegaciones mediante estudios bien diseñados.

PASSCLAIM tuvo una importancia excepcional ya que asoció la autorización para la comercialización de los alimentos funcionales al desarrollo científico, lo que implícitamente apuntaba a la consecución de alta eficacia en las propiedades saludables de los alimentos funcionales. De esta Acción Concertada derivó la aprobación por el Parlamento Europeo y entrada en vigor en 2006, del Reglamento (CE) n.º 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Posteriormente, del V al VII Programa Marco de la UE se han financiado en torno a otros 70 proyectos de investigación, con el objetivo de aportar desarrollos de ingredientes funcionales y evidencias científicas de su eficacia para la salud.

El Reglamento 1924/2006 establece las reglas que deberán seguirse por parte de la industria alimentaria para poder afirmar que un alimento contiene determinadas propiedades saludables, lo que se conoce como «alegación». Sin duda constituye un avance importante en la regulación de la publicidad y etiquetado de los alimentos.

Es una normativa de obligada aplicación en cada Estado miembro en la cual tiene un papel destacado la *European Food Safety Authority* (EFSA), en la evaluación de las bases científicas sobre las que se pretendan sustentar las alegaciones y en el establecimiento de los «perfiles nutricionales». La Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AE-COSAN), responsable de la aplicación coordinada del Reglamento, en colaboración con las CCAA, también participa con la EFSA en la evaluación de las bases de alegaciones, particularmente las que se planteen desde la industria alimentaria española.

El Reglamento citado se debatió durante años en el Parlamento Europeo antes de su aprobación. Mientras tanto, en España, el Ministerio de Educación y Ciencia incluyó en el Programa de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Plan Nacional de I+D+I la Actuación Movilizadora de Investigación sobre las bases científicas de la actividad biológica de alimentos e ingredientes funcionales⁴. Esta Actuación Movilizadora dio lugar a tres convocatorias de proyectos con objeto de fomentar la realización de actividades de investigación para de-

⁴ BOE núm. 312, de 28 de diciembre de 2004; pp. 42091.

mostrar científicamente la funcionalidad y el posible efecto beneficioso de los alimentos e ingredientes funcionales.

En el marco de la Actuación Movilizadora se financiaron 100 proyectos de investigación en tres convocatorias. Como resultado, la comunidad científica española dio un salto cualitativo en su capacitación para abordar investigaciones sobre el binomio alimentación-salud, especialmente en lo que respecta a la profundización en los mecanismos moleculares de acción de los nutrientes e ingredientes alimentarios bioactivos y a la validación de los efectos de los productos alimentarios de uso específico para la salud en ensayos de intervención en humanos.

Volviendo al Reglamento 1924/2006, que tiene a la EFSA como entidad gestora, no hay duda de la fuerte y decisiva influencia que está ejerciendo en la alimentación funcional europea. Y no faltan voces críticas con dicho Reglamento y mucho más aún con el desarrollo del mismo que está haciendo la Comisión Europea (CE), asesorada por la EFSA, desde su publicación y entrada en vigor. Han sido varias las disposiciones de la CE que han ido ampliando lo establecido originalmente. Aunque ciertamente el Reglamento 1924/2006 protege escrupulosamente los derechos de los consumidores impidiendo fraudes en las declaraciones saludables de los alimentos funcionales y productos alimenticios de uso para la salud, la fuerte restricción de las aprobaciones de alegaciones de salud exclusivas y la priorización de alegaciones de uso general, han dado lugar a que la innovación en alimentación para la salud no alcance la potencia competitiva y generadora de valor añadido, por falta de posibilidades reales de diferenciación.

Por otro lado, el mercado aún no entiende bien el alcance de la alimentación de uso específico para la salud, en la medida que se requiere para lograr éxito en esta estrategia innovadora en cuanto a potenciación de la actividad económica industrial y obtención de beneficios sociales, como reducción del gasto sanitario, o en definitiva mejora de la calidad de vida de la población.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los consumidores de alimentos, es decir toda la población, no distingue bien lo *saludable* de lo *funcional*. No cabe duda de que la alimentación saludable (o «sana» como suele decirse habitualmente) es beneficiosa y debe procurarse con carácter general. Pero la alimentación funcional, que entra en la categoría de saludable, es algo más. Contiene el valor del estudio y el diseño específico dirigido a obtener efectos concretos, perceptibles y demostrados científicamente. El concepto de la alimentación funcional no se ha explicado adecuadamente ni por los científicos, ni por los políticos, ni por ciertas organizaciones sociales. La diferencia entre los alimentos saludables (la gran mayoría, si se hace un uso racional) y los funcionales está en el uso del conocimiento científico en la gestación específica de estos últimos y la validación de sus efectos para la salud, lo cual ofrece opciones de competitividad y generación de valor añadido.

Se han publicado diversos análisis sobre las oportunidades de los alimentos funcionales, de interés para el sector empresarial, en los que se evidencia que la comercialización implica retos para la protección intelectual y al precisar de ensayos clínicos que los avalen, es necesario establecer colaboraciones con instituciones de investigación (Khan, *et al.*, 2013). Otro aspecto de interés es la percepción del consumidor sobre los alimentos funcionales y el motivo de

compra, recogido en diferentes publicaciones. Hay acuerdo en que debe hacerse más énfasis en conseguir contextualizar y proponer estrategias de información sobre los mensajes a transmitir e informar sobre las ventajas para la salud que puedan afectar la decisión de compra (Bornkessel *et al.*, 2014). En esta misma línea merecen destacarse, tal como figura en un estudio publicado recientemente, los motivos para el consumo de estos productos por parte del consumidor. En lugar muy destacado el consumidor considera las propiedades saludables (Kraus, 2015).

3. La situación actual de las ciencias de la alimentación: ¿estamos preparados?

Los promotores del programa FOSHU en Japón fueron realmente unos visionarios cuando asociaron la alimentación con la prevención de la enfermedad crónica a través de los desarrollos científicos básicos de las disciplinas que integran las ciencias de la vida (bioquímica, biología molecular, biomedicina) porque aún estaban por llegar los inmensos avances que han proporcionado estas ciencias en el último tramo del siglo XX y en los primeros años del siglo XXI.

*Web of Science*⁵ ofrece ahora mismo más de medio millón de referencias bibliográficas científicas de alto impacto que tratan de la relación entre la salud y la enfermedad con la alimentación y la nutrición, de las que cerca de 50.000 corresponden a artículos originales de investigación publicados en el último año. Se dispone, por tanto, de un ingente conocimiento científico sólido, específico y reciente, sobre la relación entre la alimentación y la salud, listo para ser trasladado a la sociedad mediante productos y estrategias nutricionales.

Es muy indicativo del interés actual de los investigadores de todo el mundo por el binomio alimentación-salud, la tasa de crecimiento que ha tenido el número de publicaciones en este tema, en relación con la generalidad de publicaciones sobre alimentación. Antes de 1975, la proporción del total de publicaciones sobre alimentación y salud representaba en torno al 9 % de las publicaciones sobre alimentación. En el último cuarto del siglo XX, la proporción había crecido al 14 % y en lo que va de siglo XXI ha alcanzado el 24 %⁶. En España, la proporción actual se sitúa en el 22 %, análoga a la del contexto internacional. No hay duda, por tanto, de que la investigación que se realiza en todo el mundo en el ámbito de la alimentación crece al unísono en dirección al objetivo «salud».

La contribución española a la investigación alimentaria es muy positiva con una evolución, en los últimos tiempos, digna de ser comentada. Antes de 1975 nuestro país generaba el 0,1 % de las publicaciones internacionales sobre alimentación y nutrición. Entre 1976 y 2000 la producción española llegó al 2 % y en los últimos 15 años se ha situado en el entorno del 5 %, ocupando lugares de cabeza en contexto internacional y muy por encima de la contribución española en la mayoría de las áreas de la ciencia. Por tanto, el ámbito alimentario español posee potencial para desarrollar estrategias de innovación alimentaria de gran envergadura, si

⁵ Thomsom Reuters, Alexandria (Virginia, EEUU).

⁶ Fuente: *Web of Sciece*.

se tiene en cuenta, además, el importante tamaño del sector industrial y en consecuencia su peso específico en la economía del país.

Sin embargo, casi 30.000 empresas integran el sector alimentario español, la gran mayoría con menos de 10 empleados. No es difícil estimar la dificultad que este tejido empresarial tiene para realizar innovación sólida y sostenible, basada en la ciencia. Por ello, es especialmente relevante el papel de las Administraciones públicas para impulsar la innovación en el sector, mediante el apoyo financiero necesario y el diseño de marcos legales adecuados⁷. Acciones como el programa CENIT Ingenio 2010 y el más reciente Programa Estratégico de Consorcios de Investigación Empresarial Nacional (CIEN), gestionado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) que, según la convocatoria: «Financia grandes proyectos de investigación industrial y de desarrollo experimental, desarrollados en colaboración efectiva por agrupaciones empresariales y orientados a la realización de una investigación planificada en áreas estratégicas de futuro y con potencial proyección internacional y persigue además fomentar la cooperación público-privada en el ámbito de la I+D por lo que requiere la subcontratación relevante de actividades a organismos de investigación», son marcos adecuados para la generación de acciones de innovación de alto nivel, con capacidad para abordar los retos que las estrategias de alimentación para la salud requieren.

4. Conocimiento disponible para trasladar al mercado

Desde hace años se dispone de evidencias científicas sobre la relación entre la alimentación y la salud, particularmente en enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas. Trabajos científicos han avalado a constituyentes de los alimentos como ingredientes de interés para la salud: componentes derivados de las proteínas, lípidos, oligosacáridos, minerales, vitaminas y antioxidantes. Así, se han identificado péptidos con actividad antihipertensiva, elementos minerales como el calcio que puede contribuir a un retraso en la osteoporosis, ácidos poliinsaturados con potencial reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, esteroides de plantas con la posibilidad de inhibir la absorción de colesterol, componentes con actividad antioxidante y pre/probióticos para mejorar la flora intestinal⁸.

En las sociedades industrializadas, donde una gran parte de la población tiene cubiertas las necesidades nutricionales mínimas, se demandan cada vez más alimentos funcionales con los atributos sensoriales de los tradicionales, pero que proporcionen beneficios para la salud o la reducción del riesgo de sufrir enfermedades.

Las múltiples posibilidades de elaboración de alimentos funcionales basadas en la incorporación a un alimento convencional de ingredientes –en general de origen natural, con actividad biológica pero sin función terapéutica sino la de prevención– en la eliminación de constituyentes no deseados o en la modificación de otros, así como en el aumento de la concentración de un

⁷ FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2014): *Informe Cotec 2014*; pp. 97.

⁸ FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2005): *Alimentos Funcionales*.

componente naturalmente presente con efectos beneficiosos para la salud, hace que la gama de productos comercializados actualmente haya aumentado de forma espectacular.

Así, surgen en el mercado alimentos con alto contenido en determinados ácidos grasos o esteroides, péptidos bioactivos, antioxidantes, proteínas de soja, carbohidratos prebióticos, productos enriquecidos en minerales o vitaminas y productos fermentados mediante la utilización de bacterias probióticas.

Los desarrollos tecnológicos en este campo han sido espectaculares y estos productos, que están irrumpiendo con fuerza en los mercados internacionales, serán probablemente la herramienta más importante de la ciencia de la nutrición en el futuro. Destacan de forma especial el número de desarrollos en el campo de los productos lácteos, probablemente por la facilidad de incorporación de ingredientes y, en el caso de los probióticos, son las leches fermentadas el principal vehículo ya que la matriz permite mantener la viabilidad y actividad metabólica de las bacterias lácticas.

A continuación se relacionan desarrollos en algunos ingredientes funcionales y la situación de comercialización de alimentos a nivel europeo y en España, así como las limitaciones en base a las evaluaciones de la EFSA, la aplicación de la Normativa Europea citada y posteriores disposiciones de la UE.

Péptidos bioactivos

Independiente del valor nutricional de las proteínas como fuente de aminoácidos esenciales, algunos péptidos producidos por la acción de las enzimas de bacterias lácticas presentes en productos fermentados, por hidrólisis de proteínas o bien en nuestro propio organismo por enzimas gástricas durante la digestión, pueden tener efectos beneficiosos para la salud tales como antihipertensivos, antitrombóticos, opiáceos, antioxidantes, inmunomodulantes y antimicrobianos. Corresponden a fragmentos que se encuentran inactivos dentro de las proteínas precursoras, pero que pueden liberarse mediante hidrólisis *in vivo* o *in vitro* y ejercer distintas funciones fisiológicas en el organismo. Están formados por un número de aminoácidos que va de 3 a 10, aunque los hay de masa molecular mayor. Los péptidos funcionales no son hidrolizados por el sistema digestivo, son absorbidos y llegan a los receptores donde ejercen su efecto. La leche constituye la fuente más importante, aunque también se han obtenido péptidos bioactivos a partir de músculo de pollo, espinacas, hidrolizados de proteínas de pescado, soja, cereales, garbanzos y gelatina (Fujita *et al.*, 2004).

Son los péptidos con capacidad antihipertensiva los que se han utilizado de forma más generalizada, en productos funcionales comercializados (McClellan *et al.*, 2014). El mecanismo de acción se basa en el bloqueo de la enzima convertidora de la angiotensina (ECA), que forma parte de un sistema importante para la regulación fisiológica de la presión arterial, que es una de las alternativas terapéuticas más empleadas en la actualidad para su control (Wu *et al.*,

2013). Los ensayos clínicos muestran una diferente sensibilidad según la población a la que se aplica y no se dispone de estudios suficientes sobre la eficacia de estos péptidos en pacientes con tratamiento farmacológico.

Tripéptidos: isoleucina-prolina-prolina (IPP) y valina-prolina-prolina (VPP), generados en la fermentación de la leche por distintas cepas de *Lactobacillus helveticus*, sobre todo a partir de la β -caseína, se han incluido en productos comercializados. No obstante, la EFSA/CE no ha aprobado hasta ahora la alegación para péptidos con actividad antihipertensiva, por lo que en base a la Normativa en vigor se han dejado de comercializar.

Elementos minerales. Calcio

Los especialistas en nutrición recomiendan el consumo de alimentos ricos en minerales y vitaminas para prevenir las carencias de micronutrientes. Por otra parte, evidencias recientes indican que una óptima ingesta de micronutrientes también puede contribuir a la regulación del peso corporal. Esto es concordante con muchos datos epidemiológicos que demuestran que los consumidores de niveles bajos de calcio se encuentran en mayor riesgo de mostrar obesidad, dislipidemia y el síndrome de resistencia a la insulina (Astrup *et al.*, 2010). La literatura disponible sugiere que una subóptima ingesta de calcio puede afectar el equilibrio de la grasa y aumentar el riesgo de desarrollar complicaciones metabólicas relacionadas. Por el contrario, una adecuada administración de suplementos ricos en calcio y vitamina D es eficiente para eliminar estos efectos (Major *et al.*, 2007).

De los elementos minerales presentes en los alimentos el calcio es un nutriente de interés y, entre los alimentos funcionales desarrollados con incorporación de micronutrientes, quizás son los alimentos enriquecidos en calcio los más destacados por nivel de comercialización. El calcio de la leche es particularmente biodisponible, frente al de vegetales, lo que se atribuye en parte a los caseinfosfopéptidos presentes, que facilitan la solubilización en la zona donde tiene lugar la absorción. Los sólidos lácteos son excelentes para enriquecer en calcio los alimentos y hay evidencias científicas de los beneficios para la salud de dientes y huesos, prevención de osteoporosis, así como en la protección frente a hipertensión y problemas cardiovasculares.

Actualmente se comercializan en España leches, que se denominan «enriquecidas en calcio», cuyo consumo supera el 23 % del total, con unos contenidos de 1.500 a 1.600 mg/L de calcio. Contienen el 15 % de la *cantidad diaria recomendada* (CDR) por 100 g, por lo que de acuerdo con la legislación actual se podrían también denominar «fuente de calcio». El enriquecimiento puede basarse en la adición de leche en polvo o fracciones de leche, leche concentrada por procesos de membrana o a través de adiciones de sales de calcio y/o de calcio y fósforo. Fracciones de leche pueden incorporarse a otros alimentos; sobre todo se comercializan zumos y postres, así como quesos, enriquecidos en calcio. También se comercializan a escala menor leche enriquecida en magnesio y en algunos países en otros minerales tales como cinc. Además, se pueden encontrar en el mercado derivados lácteos en los que se incluyen además

de los elementos citados, hierro, cobre, yodo y potasio. La incorporación de hierro implica otras adiciones para evitar alteraciones en el sabor. La *European Agency of Food Security* (EFSA/CE) ha aprobado alegaciones de salud para distintos elementos minerales⁹.

Lípidos y componentes liposolubles

Se ha documentado en distintos trabajos de investigación que los lípidos de la dieta, tales como el contenido en colesterol y en determinados ácidos grasos pueden tener incidencia en aspectos relacionados con la salud cardiovascular, concretamente sobre el perfil lipídico del plasma. Quizás son las fracciones de los alimentos que han recibido mayor atención por parte de los especialistas en nutrición. Están constituidos fundamentalmente por triglicéridos, con pequeñas cantidades de fosfolípidos, esteroides y otros compuestos minoritarios de interés por sus implicaciones en la salud, principalmente por sus actividades como antioxidantes, tales como vitaminas liposolubles, alcoholes, hidrocarburos, etc. La fracción esteróica dependiendo del tipo también puede tener un efecto positivo para la salud de determinados individuos. Algunos ácidos grasos, constituyentes de los triglicéridos, además de servir de transporte de las vitaminas liposolubles pueden reducir el riesgo cardiovascular y en esa línea se ha aprobado por la UE alegaciones de los ácidos omega-3 de interés para la salud.

Esteroides vegetales. Se ha encontrado, tanto en ensayos en animales como en ensayos clínicos, que los esteroides de plantas en la dieta reducen la absorción de colesterol, pero no de forma significativa a los niveles que se encuentran naturalmente presentes en los alimentos (Palou *et al.*, 2005). Es necesario aumentarlos, como parte de una dieta saludable, para obtener reducciones en LDL-colesterol, sin que ello conlleve consecuencias adversas (Normen *et al.*, 2004). Entre los productos funcionales destacan en cuanto a nivel de comercialización, los que incorporan fitosteroides (esteroides naturales de los aceites vegetales) o estanoles (esteroides hidrogenados). Por otra parte, los esteroides vegetales pueden esterificarse con ácidos grasos, tales como omega-3, para aportar algún efecto beneficioso añadido para la salud. El interés nutricional de los esteroides vegetales radica en el hecho de que estos compuestos tienen estructura similar a la del colesterol y la capacidad de disminuir el colesterol total y del LDL-colesterol del plasma (Ellegard *et al.*, 2007) y su consumo puede ser útil, en asociación con fármacos reductores de colesterol, ya que interfieren la absorción del mismo. Las margarinas fueron los primeros productos comercializados, pero se han desarrollado también leches fermentadas, mayonesas y productos tipo queso enriquecidas en esteroides vegetales. El aporte de 1,5-3 g en estos productos puede dar lugar a una reducción del 5-12 % de los niveles de LDL-colesterol, sin modificar el HDL ni los triglicéridos y se ha comprobado que mayores aumentos en la ingesta no conllevan correspondientes descensos en los niveles de colesterol. No obstante, el consumo en exceso de alimentos enriquecidos en esteroides vegetales puede afectar la biodispo-

⁹ Reglamento 432/2012 de 16 mayo, 2012 por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos distintas de las relativas a la reducción del riesgo de enfermedad y al desarrollo y la salud de los niños. Diario Oficial de las Comunidades de 25.5.2012, L136 / 1- 40).

nibilidad de otros constituyentes liposolubles tales carotenoides (provitamina A) y tocoferoles (vitamina E).

La EFSA/CE ha aprobado alegaciones para estos ingredientes funcionales, con niveles de eficacia en base a la cantidad consumida¹⁰.

Ácidos grasos insaturados. Hay evidencias científicas, avaladas por ensayos clínicos, de los efectos beneficiosos de los ácidos grasos omega-3, principalmente los de cadena larga, eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), en la prevención de enfermedades cardiovasculares. En esta línea se comercializan preparados con base láctea enriquecidos en ácidos insaturados a partir de leche parcialmente desnatada y la incorporación de aceites ricos en ácidos grasos monoinsaturados y omega-3 procedentes de aceites de pescado y aceites vegetales. La composición en ácidos grasos de los preparados comercializados tienen muy reducido el contenido en ácidos saturados (< 20 %), un contenido alto en monoinsaturados (> 55 %) y poliinsaturados (> 20 %), con niveles altos de omega-3, incluidos EPA y DHA.

Además de esos productos, que fueron los primeros comercializados, se han desarrollado margarinas, aceites, galletas, etc., con contenidos incrementados en ácidos omega-3 de cadena corta o larga. La incorporación de anchoas en el relleno de aceitunas también es una alternativa para incrementar los niveles de ácidos omega-3 de cadena larga. Modificando la alimentación de las aves se puede conseguir que la carne y los huevos aumenten los niveles de ácidos omega-3, que se comercializan.

Además se han desarrollado y comercializado productos cárnicos con incorporación de aceites, dirigida a que la relación omega-3 / omega-6 aumente, de interés por lo indicado a continuación. El ácido omega-3 de cadena corta (alfa-linolénico), presente en aceites vegetales como el aceite de linaza y en menor medida el aceite de soja, puede convertirse por vía endógena en EPA y en DHA. Sin embargo, la capacidad de tal conversión es limitada y se afecta por factores, como la presencia de ácidos grasos omega-6 de la dieta, presente en cantidades importantes en aceites vegetales como el de girasol, ya que compiten con las mismas enzimas: desaturasas y elongasas, por ello el interés del aumento en la dieta de la relación de ácidos omega-3 / omega-6 (Mesa-García *et al.*, 2005). La EFSA/CE tiene alegaciones aprobadas para estos ingredientes¹¹.

Por otra parte, la grasa de leche contiene entre los ácidos insaturados, linoleico conjugado (CLA), al que se le atribuyen propiedades de interés para la salud. El CLA es una mezcla de isómeros del ácido octadecadienoico, con dos dobles enlaces conjugados, que ha recibido especial atención por parte de diferentes grupos de investigación en los últimos años, debido a sus efectos potencialmente beneficiosos para la salud humana, particularmente como agente anticarcinogénico y antiarteriosclerótico. Entre los isómeros de CLA el *cis-9 trans-11* es el

¹⁰ Reglamento (UE) N.º 686/2014 de la Comisión de 20 de junio de 2014, por el que se modifican los Reglamentos n.º 983/2009 y n.º 384/2010 en lo que se refiere a las condiciones de uso de determinadas declaraciones de propiedades saludables relativas al efecto de los fitoesteroles y fitoesteranos en la reducción del colesterol LDL en la sangre. Diario Oficial de la Unión Europea L 182/27-30, 21.6.2014

¹¹ Reglamento (UE) N.º 536/2013 de la Comisión de 11 de junio de 2013 que modifica el Reglamento (UE) n.º 432/2012, por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos distintas de las relativas a la reducción del riesgo de enfermedad y al desarrollo y la salud de los niños. Diario Oficial de la Unión Europea, L 160/4-8, 12.6.2013).

isómero mayoritario y al que se atribuyen la mayor parte de sus propiedades biológicas. También hay que destacar el isómero *trans*-10 *cis*-12 por la importancia que numerosos estudios le conceden en la disminución de la síntesis de triglicéridos. Sin embargo, los niveles de este ácido en la grasa de leche son muy bajos.

Se han comercializado preparados lácteos enriquecidos en Tonalín, producto obtenido a partir del aceite de cártamo, rico en dos isómeros de CLA *cis*-9 *trans*-11 C18:2 y *trans*-10 *cis*-12 C18:2. Son productos tipo «leche» o «yogur» con contenidos en grasa del 1 y 3,9% respectivamente y en ácidos poliinsaturados del 60-70 %. Como alegación se indicaba la inhibición de la lipogénesis (formación de tejido graso) y favorecer la transformación de grasa en energía (Whigham *et al.*, 2007). No se ha aprobado alegación EFSA/UE para este ingrediente, por lo que se ha retirado la comercialización.

En la línea de incorporación de componentes liposolubles destacan, por el alto nivel de comercialización, las leches desnatadas adicionadas de vitaminas, sobre todo las A, E y D. Asimismo, se han comercializado derivados lácteos que además de las vitaminas liposolubles incluyen algunas del grupo B y ácido fólico. La EFSA/CE ha aprobado alegaciones de salud para los alimentos que lleven incorporadas estas vitaminas, con el requisito de que 100 g del producto deben incluir al menos el 15 % de la cantidad diaria recomendada, en común con los alimentos que incluyan la alegación de «fuente de» o «enriquecido en»¹².

Prebióticos

Hay un interés creciente para influir positivamente en la microbiota intestinal humana a través de la dieta por el uso de prebióticos y/o probióticos, que favorecen la composición microbiana en el tracto gastrointestinal a favor de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, de interés para la salud. Los prebióticos o fibra soluble, se definen como los ingredientes alimentarios no digeribles que afectan beneficiosamente al huésped mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o un número limitado de bacterias en el colon (Bindels *et al.*, 2015). La eficacia se basa en su capacidad para resistir la digestión en el intestino delgado y alcanzar el intestino grueso donde se pueden utilizar por microorganismos específicos.

Se utilizan como prebióticos la inulina y sus derivados, fructooligosacáridos y oligosacáridos de origen lácteo como la lactulosa. Los dos primeros que son los más utilizados se encuentran presentes en el trigo, vegetales y frutas (cebolla, achicoria, ajo, puerros, alcachofas y plátanos).

En cuanto a las actividades biológicas se han descrito cambios en la composición de la flora intestinal, por aumento en la población de bifidobacterias y lactobacilos, descenso del pH, lo que puede favorecer la absorción del calcio, producción de ácidos de cadena corta, que favorecen el transporte de Ca^{+2} , Mg^{+2} y Fe^{+2} y un efecto laxante.

¹² Reglamento 432/2012 de 16 mayo, 2012 por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos distintas de las relativas a la reducción del riesgo de enfermedad y al desarrollo y la salud de los niños. Diario Oficial de las Comunidades de 25.5.2012, L136 / 1- 40

Se comercializan alimentos funcionales que llevan incorporada fibra soluble, sobre todo zumos, leche y productos lácteos como yogures, galletas, cereales, etc. Por otra parte se ha empezado a utilizar prebióticos en leches adaptadas o maternizadas para imitar la leche humana que tiene contenido alto en oligosacáridos.

De acuerdo con el Reglamento de la UE 1924/2006, los alimentos comercializados con la denominación «Fuente de fibra» deberán tener un contenido mayor de 3 g/100g; y la denominación «Alto contenido en fibra» deberá incluir niveles mayores de 6 g/100g.

Se han aprobado por parte de la EFSA/UE alegaciones para fibra pero no en la línea de prebióticos.

Probióticos

Los probióticos se definieron en un informe de consulta a expertos solicitado por la FAO y la OMS como «microorganismos vivos que ingeridos en cantidades adecuadas ejercen un efecto beneficioso para la salud del consumidor». Como se ha indicado las leches fermentadas constituyen el principal vehículo de probióticos, hay una larga serie de lácteos funcionales en esta línea (incluidos quesos) y los grupos bacterianos más utilizados son: lactobacilos y bifidobacterias.

Entre los beneficios documentados y demostrados en estudios clínicos destacan la mejora en la digestibilidad de la lactosa, en la diarrea asociada a antibióticos, en gastroenteritis infantiles y en las inflamaciones intestinales. Otros posibles efectos gastrointestinales que requieren el apoyo de más estudios clínicos es el papel de los probióticos en la flora endógena, en el sistema inmune y en modulación de la carcinogénesis.

Para prolongar el efecto de los probióticos se comercializan alimentos que conllevan la combinación con prebióticos. Se están utilizando los probióticos y prebióticos en fórmulas infantiles en un intento de modificar la colonización bacteriana del intestino del recién nacido y así prevenir las enfermedades infecciosas intestinales, aunque son necesarios más estudios sobre los efectos en lactantes.

El uso de los probióticos es un área de gran interés en la alimentación, desde el punto de vista de la industria alimentaria, pero no se han aprobado por la EFSA/UE alegaciones para los microorganismos; solo se ha aprobado la alegación correspondiente a que «mejoran la digestión de la lactosa».

Fitoestrógenos

Los fitoestrógenos son compuestos químicos no esteroideos, similares a los estrógenos humanos, que se encuentran en los vegetales. Son de naturaleza polifenólica, principalmente

flavonoides y se encuentran normalmente en muy pequeñas cantidades en los alimentos. Los mejor conocidos y los más importantes son las isoflavonas de la soja (Vanrullen *et al.*, 2008).

El interés de estas moléculas se debe a que en ensayos en animales se ha observado que contribuyen a prevenir cánceres, pérdida ósea y reducen los niveles de triglicéridos y colesterol. En estudios clínicos se han mostrado potenciales disminuciones de los niveles de colesterol total, y de la relación colesterol total/HDL-colesterol, protección frente a ciertos tipos de cáncer, pero la reducción de síntomas de menopausia es la alegación más sólida. Tradicionalmente, en comunidades asiáticas se han consumido contenidos relativamente altos de alimentos que contienen fitoestrógenos, sobre todo soja, sin efectos negativos. Se comercializan en Europa productos suplementados con proteínas de soja, de interés por las propias proteínas o por las isoflavonas.

Un fitoestrógeno, de interés en relación con la salud cardiovascular, que está siendo muy estudiado es el resveratrol. Se encuentra en la piel de la uva, así como en los cacahuetes y arándanos. Se han ensayado con éxito alternativas tecnológicas para aumentar los niveles en la uva y el vino.

A pesar de las evidencias científicas disponibles sobre efectos en la salud de distintos polifenoles, solo se ha aprobado una alegación para los polifenoles del aceite de oliva, en la línea siguiente: «Contribuye a la protección de los lípidos sanguíneos del estrés oxidativo». El efecto positivo se consigue con una ingesta diaria de 20 g de aceite de oliva que contenga 5 mg de hidroxitirosol o derivados (Reglamento UE 432/2012).

5. Consideraciones finales

Para que el uso de los productos y conocimientos descritos aporte la perseguida competitividad y sea posible su comercialización, es esencial seguir investigando los mecanismos moleculares de los efectos de la nutrición en la salud, aportar evidencias científicas sobre acciones específicas de interés para la salud y que sus efectos sean perceptibles, validados y aprobados por la UE. Por otra parte, es imprescindible fomentar el grado de comprensión del consumidor sobre información relacionada con la salud de los nuevos alimentos

La I+D que conduzca a ello no puede plantearse ya bajo los parámetros convencionales sino que las tecnologías ómicas deben formar parte de las metodologías con el fin de que pueden identificarse los mecanismos moleculares que explican las actividades biológicas conseguidas. Además, en este mismo sentido, no cabe ya duda de que el componente genético tiene que ser considerado ya que cada vez hay más evidencias de que es determinante de la respuesta a la alimentación por parte de los individuos que se beneficiarán en distinta medida de las posibilidades de prevención y mejora de las enfermedades crónicas según sea el conjunto de polimorfismos genéticos que determinan la respuesta individual a la ingesta de ingredientes alimentarios bioactivos o de alimentos funcionales (Celis *et al.*, 2015).

Referencias bibliográficas

- ASTRUP, A.; CHAPUT J. P.; GILBERT J. A. y LORENZEN, J. K. (2010): «Dairy beverages and energy balance»; *Physiology & Behavior* (100); pp. 67-75.
- BINDELS, L. B.; DELZENNE, N. M.; CANI, P. D. y WALTER, J. (2015): «Towards a more comprehensive concept for prebiotics»; *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* (12); pp. 303-310.
- BORNKESSEL, S.; BRORING, S.; OMTA, S. W. F. y VAN TRIJP H. (2013): «Claiming health in food products»; *Food Quality and Preference* (27); pp.196-201.
- CELIS, C.; LARA, J. y MATHERS J.C. (2015): «Personalising nutritional guidance for more effective behaviour change»; *Proceedings of the Nutrition Society* (74); pp. 130-138.
- DIPLOCK A. T. (1998): «Scientific Concepts of Functional Foods in Europe - Consensus Document»; *British Journal of Nutrition* (81); pp. 1-27.
- ELLEGARD, L. H.; ANDERSSON, S.W.; NORMEN, A. L. y ANDERSSON H. A. (2007): «Dietary plant sterols and cholesterol metabolism»; *Nutrition Reviews* (65); pp. 39-45.
- FUJITA, H.; YOKOYAMA, K. y YOSHIKAWA M (2000): «Classification and Antihypertensive Activity of Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Peptides Derived from Food Proteins»; *Journal of Food Science* (65); pp. 564-569.
- KHAN, R. S.; GRIGOR, J.; WINGER, R. y WIN, A. (2013): «Functional food product development. Opportunities and challenges for food manufacturers»; *Trends in Food Science & Technology* (30); pp. 27-37.
- KRAUS, A. (2015): «Development of unctional food with the participation of the consumer. Motivators for consumption of functional products»; *International Journal of Consumer Studies* (39); pp. 2-11.
- MAJOR, G. C.; ALARIE, F.; DORE, J.; PHOUTTAMA, S. y TREMBLAY, A. (2007): «Supplementation with calcium plus vitamin D enhances the beneficial effect of weight loss on plasma lipid and lipoprotein concentrations»; *American Journal of Clinical Nutrition* (85); pp. 54-59.
- MCCLEAN, S.; BEGGS, L. B. y WELCH, R.W. (2014): «Antimicrobial activity of antihypertensive food-derived peptides and selected alanine»; *Food Chemistry* (146); pp. 443-447.
- MESA-GARCÍA, M. D.; AGUILERA, C. M.; LINDE, J.; RAMÍREZ-TORTOSA, M. C. y GIL-HERNÁNDEZ A. (2005): «Lípidos insaturados como alimentos funcionales»; *Alimentos Funcionales*. Madrid, FECYT; pp. 215-280.
- NORMEN, L.; FROHLICH, J. y TRAUTWEIN E. (2004): «Role of plant sterols in cholesterol lowering»; en DUTTA, P. C., ed.: *Phytosterols as Functional Food Components and Nutraceuticals*. Marcel Dekker Inc., New York; pp. 243-315.

- PALOU, A.; PICO, C.; BONET, M. L.; OLIVER, P.; SERRA, F.; RODRIGUEZ, A. M. y RIBOT, J. (2005): *El libro blanco de los esteroides vegetales*. Instituto Flora, Barcelona.
- PILOT, J. (2015): *Driving Sustainability to Business Success*. Wiley. Ney Jersey; pp. 14.
- RAMÍREZ DE MOLINA, A.; VARGAS, T.; MOLINA, S.; SÁNCHEZ, J.; MARTÍNEZ-ROMEROM J. M.; GONZÁLEZ-VALLINAS, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, R.; GÓMEZ DE CEDRON, M.; DÁVALOS, A.; CALANI, L.; DEL RIO, D.; GONZÁLEZ-SARRIAS, A.; ESPÍN, J. C.; TOMAS-BARBERAN, F. y REGLERO, G. (2015): «The Ellagic Acid Derivative 4,4'-Di-O-Methylellagic Acid Efficiently Inhibits Colon Cancer Cell Growth through a Mechanism Involving WNT16»; *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* (353); pp. 443-444.
- RODRIGO-DURÁN, C. y VALENZUELA B. (2010): «The japanese experience with FOSHU foods. The true functional foods?»; *Revista Chilena de Nutrición* (37); pp. 224-233.
- SCHWAB, K.; SALA-I-MARTÍN, X. y BRENDE B. (2014): «The Global Competitiveness Report 2013-2014». *World Economic Forum*. Geneva; pp. 4-9.
- VANRULLEN, I. B.; GERBER, M.; BENNETAU, C.; COXAM, V.; RIEU, D.; GUILLEMAIN, J.; LÉGER, C. L. y TOUILLAUD, M. (2008): «Phyto-oestrogènes»; en ROBERFROID, M. B.; COXAM, V. y DELZENNE, N., coords.: *Aliments fonctionnels; Tec&Doc Lavoisier*. Paris; pp. 243-307.
- WHIGHAM, L. D.; WATRAS, A. C. y SCHOELLER, D. A. (2007): «Efficacy of conjugated linoleic acid for reducing fat mass: a meta-analysis in humans»; *American Journal of Clinical Nutrition* (85); pp. 1203-1211.
- WU, Z.; PAN, D.D.; ZHEN, X.Q. y CAO, J.X. (2013): «Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from bovine casein»; *Journal of the Science of Food and Agriculture*; (93); pp. 1331-1337.