

12. EXTREMADURA COMO BASE DE UNA ALIMENTACIÓN FUNCIONAL

*Daniel Martín Vertedor
Jonathan Delgado Adámez*

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años se ha profundizado en el conocimiento de la composición química de los alimentos con especial énfasis en aquellas sustancias que, sin ser nutrientes, pueden ejercer un efecto beneficioso para la salud. Las investigaciones revelan que el consumo de estos componentes de los alimentos previenen o ejercen un efecto en las enfermedades cardíacas, degenerativas, índices glucémicos, etc. Se abre un nuevo horizonte en el concepto de nutrición que evoluciona de la nutrición adecuada que aporta las calorías y nutrientes que el organismo necesita, a la nutrición óptima que retrasa y previene la enfermedad proporcionando un aporte de compuestos con actividad biológica.

Este nuevo contexto está influyendo sobre los hábitos de los consumidores, que están evolucionando hacia un consumo más selectivo de productos con alto contenido de compuestos funcionales. Estos compuestos funcionales o fitocompuestos, son sustancias no nutricionales pero bioactivos presentes en frutas, vegetales, semillas y otros productos vegetales, encontrándose casi exclusivamente en alimentos de origen vegetal.

Del mismo modo, la industria alimentaria se ha hecho eco de las evidencias científicas que avalan las propiedades saludables asociadas al consumo de estos alimentos y ha incorporado esta información a los mensajes publicitarios, aprovechando esta sinergia como una oportunidad más de mercado. Se trata de satisfacer a consumidores preocupados por su salud, por lo que se asiste a un desarrollo espectacular de los llamados alimentos funcionales.

Es en este nuevo contexto donde Extremadura juega un importante papel estratégico, puesto que tiene una gran tradición agrícola y un fuerte potencial derivado de sus características endémicas propias para la obtención de cultivos ricos en compuestos funcionales. Las cerezas del Valle del Jerte se caracterizan por un alto contenido en compuestos funcionales, por lo que han sido recomendadas para el insomnio, prevención del envejecimiento, etc.

Desde el punto de vista económico, Extremadura es importante en la producción de cereales, hortalizas y frutales. Este hecho ha impulsado el estudio de una amplia variedad de vegetales cultivados en nuestra región, como son trigos, cebada, maíz, tomate y residuos agrícolas e industriales, motivados a su vez por el alto potencial saludable de éstos. Como resultado de estos estudios, en bayas, cerezas, uvas, pepitas de uvas, moras, grosellas y aceitunas se han encontrado compuestos con alta actividad antioxidante, pudiendo constituir la base de muchos alimentos funcionales, ya que estos compuestos permanecen en productos procesados, tales como zumos, mermeladas, jaleas, etc. Además de los anteriores también se han encontrado trabajos realizados sobre patata, espinacas, brócoli, ajo y cebolla.

2. ALIMENTOS FUNCIONALES. CONCEPTO Y MARCO LEGAL

2.1. Concepto de Alimento Funcional

Los alimentos funcionales son alimentos que consumidos a diario dentro de una dieta equilibrada, además de su valor nutritivo intrínseco, aportan un beneficio para la salud derivado de uno o varios de sus nutrientes. Los alimentos funcionales han despertado en los consumidores y la industria alimentaria europeos un enorme interés, resultado de su potencial como elementos que contribuyan a superar los retos que suponen las enfermedades de la civilización, el incremento de las expectativas de vida y el creciente costo de la atención sanitaria convencional.

Por lo que respecta a su origen, los expertos consideran que un alimento funcional puede ser bien un producto sin transformar, bien un alimento al que se le ha añadido un componente, bien un alimento al que se le ha eliminado un componente por procedimientos tecnológicos o biotecnológicos, bien un alimento cuya naturaleza o componentes han sido modificados, o bien una combinación de cualquiera de ellos.

Los componentes que hacen que un alimento sea funcional han estado siempre presentes en la naturaleza, pero es en las últimas décadas cuando los investigadores han comenzado a identificarlos de forma aislada y a determinar los beneficios concretos que éstos proporcionan a nuestro organismo. En todo caso, el alimento funcional debe ser reconocido como tal sobre una base científica sólida. En este sentido, la Comisión Europea propuso basar el reconocimiento de los alimentos funcionales en estudios epidemiológicos y experimentales que serían evaluados por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA).

2.2. Marco legal

Debido al interés en este tipo de alimentos se estableció un marco normativo que aporta certeza legal para las empresas agroalimentarias, evita la competencia desleal y estimula y protege las innovaciones en el sector de la alimentación, de gran trascendencia económica y social en la UE.

Para ello, el Reglamento (CE) 1.924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, vino a establecer disposiciones específicas relativas al uso de las declaraciones nu-

tricionales y de propiedades saludables en alimentos que vayan a suministrarse como tales a los consumidores. Así, se garantiza un alto nivel de protección de los consumidores y la regulación del mercado de los países de la UE. El Reglamento se aplica en las comunicaciones de las declaraciones de los alimentos, tanto en el etiquetado como en la presentación o publicidad de los mismos. Se consigue así establecer reglas claras y armonizadas en el territorio europeo para el uso de estas declaraciones por parte de la industria alimentaria.

En definitiva, como se deduce de todo lo indicado hasta ahora, el mundo de los alimentos funcionales y su regulación en la UE, es un elemento dinámico y en continuo desarrollo, necesitado de una constante actualización, tanto desde el lado de la industria como de la administración. De hecho, se publicó el Reglamento (UE) 432/2012 de la Comisión por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos. Por tanto, las empresas agroalimentarias podrán emplear las declaraciones de propiedades saludables en relación con los alimentos, siempre que cumplan las condiciones establecidas en el anexo de dicho reglamento. Además, se crea un Registro comunitario de declaraciones nutricionales y de propiedades saludables, donde figuran las autorizadas y sus condiciones de uso, así como las rechazadas y sus motivos. De este modo se abre, de forma regulada, un campo enorme para la investigación en el ámbito alimentario, aportando seguridad jurídica a las empresas y permitiendo la obtención de productos de gran valor añadido tanto en el mercado comunitario como en el comercio agroalimentario internacional.

3. INGREDIENTES FUNCIONALES DE LOS ALIMENTOS EN EXTREMADURA

El sector primario es un sector muy importante en la economía de Extremadura, y su producción agrícola tiene un fuerte potencial en cultivos ricos en compuestos funcionales (cuadro 1). Por todo ello, se pueden aprovechar los alimentos y los subproductos producidos en la región, que por sí mismos contienen estas sustancias beneficiosas. Por ejemplo, las frutas y verduras son una importante fuente de una amplia gama de micronutrientes, compuestos funcionales y fibra, y actualmente se sabe que el consumo de estos vegetales previene un gran número de enfermedades crónicas, tales como enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Además, también se puede recurrir a los alimentos enriquecidos o modificados que se engloban en el concepto de alimento funcional. Las funciones y objetivos de salud a los que se ha dirigido la investigación en el campo de los alimentos funcionales son el crecimiento y desarrollo, metabolismo o utilización de nutrientes, sistema cardiovascular, fisiología o funcionamiento intestinal, entre otros.

CUADRO 1: Compuestos funcionales o bioactivos mayoritarios y su repercusión sobre la salud en los principales alimentos extremeños por orden de importancia regional

Alimento	Componente	Beneficios
Cereales de grano	Fibra alimentaria*	Funcionamiento normal del intestino
		Aceleración del tránsito intestinal
		Aumenta el volumen de las heces
Aceitunas	Escualeno	Protegen el corazón
	Oleuropeína	Disminuye la presión arterial
	Oleocantal	Alivia la inflamación
Aceite de Oliva Virgen	Polifenoles*	Protección de los lípidos de la sangre frente al daño oxidativo
Uvas	Resveratrol	Cáncer y estimula la función cardiovascular
Tomate	Lycopeno	Cáncer de próstata e infarto de miocardio
	Vitamina C*	Estimula el sistema inmunitario
Cereza	Melatonina*	Alivia la sensación subjetiva de desfase horario (jet lag)
		Disminuye el tiempo necesario para conciliar el sueño.
		Antocianinas
	Triptofano y Serotonina	Regulación del sistema cardiovascular y gastrointestinal y ayuda a las funciones neuroendocrinas
Ciruela	Compuestos antioxidantes	Ayudan a prevenir el daño oxidativo
Higo	Calcio*	Contribuye al metabolismo energético normal
		Contribuye al funcionamiento normal de los músculos
Almendra	Omega 3* y 6*	Contribuye a mantener niveles normales de colesterol sanguíneo
Brócoli	Sulforafano	Cáncer
	Glucosinolatos	Cáncer, aumentando la capacidad antioxidante de las células e inhibiendo el crecimiento del tumor
Patata	Difenilsatina	Laxante natural que ayuda a regular el movimiento intestinal
	Biotina*	Contribuye al metabolismo normal del sistema nervioso
		Contribuye a la función psicológica normal
	Folatos*	Contribuyen al crecimiento de los tejidos maternos durante el embarazo
		Contribuye a la función psicológica normal
Espinacas	Luteína y Zeaxantina	Disminuyen riesgo de enfermedades oculares

Fuente: Elaboración propia.

(*) Compuestos incluidos en la lista de declaraciones autorizadas por la Unión Europea de propiedades saludables de los alimentos, publicadas por el Reglamento (UE) 432/2012 de la Comisión.

A continuación, se describirán algunos de los componentes más destacables de los alimentos que cuentan con declaraciones nutricionales y de propiedades saludables publicadas en el Reglamento (UE) 432/2012, como son compuestos frente al daño oxidativo, vitaminas y minerales, fibra alimentaria, polioles y fitoesteroles.

3.1. Compuestos frente al daño oxidativo

Existen componentes de los alimentos que ayudan a evitar lo que se denomina daño oxidativo. Los antioxidantes están presentes tanto en la dieta como en el organismo y son capaces de disminuir el daño que algunos productos de oxidación (radicales libres) tienen sobre nuestro cuerpo. Estas sustancias neutralizan la acción de los radicales libres evitando la oxidación de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos y desempeñan una función fundamental en la prevención de ciertas enfermedades. Situaciones de estrés o infecciones y hábitos tan comunes como la práctica de ejercicio físico intenso, tabaquismo, consumo de dietas muy energéticas y ricas en grasas, entre otras, aumentan el estrés oxidativo, pudiendo dar lugar a la oxidación de los lípidos que circulan por la sangre, lo que implica un mayor riesgo de que éstos se depositen en las paredes de los vasos sanguíneos, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Entre estas sustancias se encuentran los *polifenoles del aceite de oliva*. En Extremadura, la importancia del cultivo del olivar se pone de manifiesto por el hecho de ser el cultivo al que se dedica mayor superficie dentro del total de tierras cultivadas. Además, la Comunidad Autónoma presenta características muy bien diferenciadas del resto de España, en cuanto a variedades propias existentes implantadas en la región y no frecuentes en otros lugares. El sector oleícola extremeño podría usar la declaración siguiente: *Los polifenoles del aceite de oliva contribuyen a la protección de los lípidos de la sangre frente al daño oxidativo*. Indicar que las condiciones de uso de esta declaración sólo puede utilizarse respecto a aceite de oliva que contenga un mínimo de 5 mg de hidroxitirosol y sus derivados. Para que un producto pueda llevar esta declaración, se informará al consumidor de que el efecto beneficioso se obtiene con una ingesta diaria de 20 g de aceite de oliva. Destacar que en los aceites de oliva virgen extremeños recién elaborados presentan concentraciones de hidroxitirosol y sus derivados superiores a lo establecido en el Reglamento (UE) 432/2012.

3.2. Vitaminas y minerales

Las vitaminas y los minerales son nutrientes esenciales que cumplen un papel fundamental en diversas funciones fisiológicas, como la regulación del crecimiento y el desarrollo, la respuesta inmunitaria y la protección frente a los radicales libres y las especies reactivas del oxígeno. Un aporte dietético insuficiente da lugar a carencias, y en situaciones extremas a enfermedades. De ahí la importancia de asegurar una ingesta adecuada cada día mediante una alimentación equilibrada. Ciertas vitaminas (B1, B2, ácido fólico, B12, niacina, A y D) y minerales (hierro, calcio, fósforo, yodo...), incluidas en el Reglamento (UE) 432/2012, son esenciales para favorecer un adecuado crecimiento y desarrollo. Este hecho ha propiciado que el enriquecimiento de alimentos o la suplementación dietética con diferentes vitaminas sea una práctica relativamente habitual, encontrándose principalmente alimentos suplementados con vitaminas A, D y E, tales como cereales de desayuno (hierro y folatos), lácteos y margarina enriquecida

(vitaminas A y D, calcio), derivados de la soja (calcio, vitaminas A y D), fórmulas y productos de alimentación infantil. También se encuentran a nuestro alcance en forma de complementos alimenticios específicos. En todo caso, hay que tener en cuenta que cantidades excesivas de estos nutrientes pueden tener un efecto tóxico o perjudicial.

Entre estas sustancias se encuentran los *tocoferoles*, que tienen actividad vitamínica y forman parte de la vitamina E que incluye tanto a los tocoferoles como a los *tocotrienoles*, que son compuestos esenciales, puesto que el organismo no puede sintetizarlos, por lo que su aporte se realiza a través de la dieta en pequeñas cantidades. Estos compuestos están presentes en cultivos y alimentos elaborados en Extremadura como son los aceites de oliva virgen, frutos secos, germen de trigo, cereales de grano entero, etc. Los alimentos que cumplen con el contenido mínimo en esta vitamina se pueden declarar: *La vitamina E contribuye a la protección de las células frente al daño oxidativo.*

También en Extremadura se producen alimentos con altos contenidos en vitamina C (tomate, pimiento, coles,...), así como minerales tales como zinc y selenio (carnes, pescados, huevos...) que son otros compuestos que también actúan contra el estrés oxidativo.

3.3. Fibra alimentaria

La fibra alimentaria se define como los polímeros de hidratos de carbono con tres o más unidades monoméricas, que no son digeridos ni absorbidos en el intestino delgado humano. La fibra contribuye al funcionamiento normal del intestino y tiene la capacidad de aumentar el volumen de las heces y favorecer el tránsito intestinal.

Son varios los cultivos extremeños donde se puede encontrar fibra alimentaria, tales como legumbres, verduras y hortalizas, frutas frescas y desecadas, frutos secos, cereales de grano entero y productos elaborados con dichos alimentos. En ocasiones, se añade de modo artificial dando lugar a alimentos enriquecidos en fibra tales como: galletas, pan y otros cereales, determinados lácteos (leche con fibra soluble), etc. Esta fibra para adicionar puede provenir directamente de la materia prima vegetal o de los subproductos de las agroindustrias, como es el caso de la fibra obtenida a partir de las pieles de tomate y donde Extremadura ha sido pionera en el desarrollo de esta tecnología de obtención (figura 1). Un ejemplo de declaración saludable sería el siguiente: *la fibra de salvado de trigo contribuye a la aceleración del tránsito intestinal.*

3.4. Fitoesteroles

Los fitoesteroles son *esteroles* de origen vegetal presentes en pequeñas cantidades en algunos alimentos transformados en Extremadura como son los aceites de oliva virgen. Al aportarlos en la dieta, la absorción del colesterol-LDL en el intestino se bloquea, por lo que se expulsa junto con las heces. En función de la cantidad diaria de fitoesteroles que se ingiera, pueden contribuir al mantenimiento de los niveles de colesterol en sangre o incluso a disminuirlos, resultando beneficiosos en caso de hipercolesterolemia o niveles elevados de colesterol en sangre, que constituye un factor de riesgo cardiovascular. No obstante, hay que tener en cuenta que no se deben consumir más de 3 gramos al día y debe hacerse acompañado de frutas y verduras ya que pueden reducir los niveles de carotenoides en sangre. Se encuentran de modo natural en los cultivos extremeños siguientes: almendras, nueces, cacahuets, pipas de girasol, cereales de

grano entero y aceites vegetales. Asimismo, se añaden de modo intencionado a alimentos como margarinas, productos lácteos (figura 2) y aliños de ensaladas: *Los esteroides vegetales han demostrado reducir los niveles de colesterol sanguíneo.*

FIGURA 1: Elaboración de un alimento funcional rico en fibra a partir de subproductos del tomate

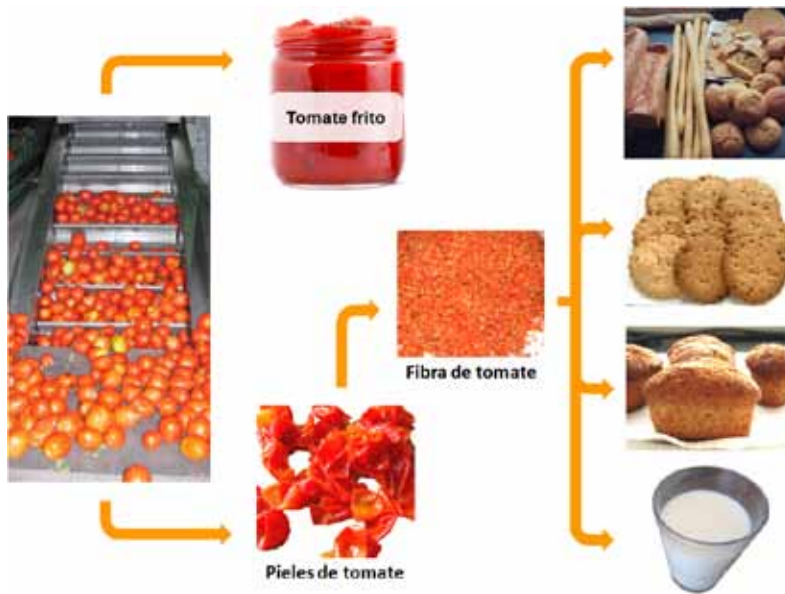
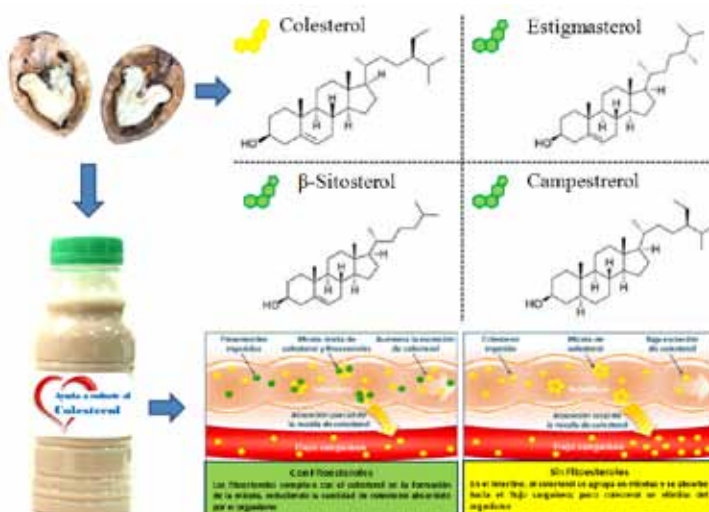


FIGURA 2: Ejemplo de un alimento funcional comercial: yogur líquido rico en fitoesteroides procedentes de la nuez



3.5. Polioles

Los polioles son edulcorantes tales como el sorbitol, manitol, xilitol, etc., que se emplean como sustitutos del azúcar común o sacarosa. Entre las ventajas de sustituir el azúcar común por estos *polialcoholes*, destacar su menor aporte calórico, no afectar a los niveles de azúcar en sangre y ser menos cariogénicos, es decir, que no provocan caries. No obstante, hay que tener presente que ingeridos a una determinada dosis pueden causar diarrea, y es preciso limitar su ingesta diaria y su uso está desaconsejado en niños, ya que en ellos el efecto laxante se manifiesta más fácilmente debido a su menor peso corporal. La mayoría se fabrican mediante la transformación de azúcares en laboratorio. Se emplean como aditivos en productos bajos en calorías y productos para diabéticos. Los de mayor empleo son *sorbitol* y *jarabe de sorbitol*, *manitol*, *isomaltitol*, *maltitol* y *jarabe de maltitol* y el *xilitol*. Los alimentos que contienen formulaciones a base de polioles aparecen con la declaración saludable: *El chicle de xilitol reduce el riesgo de caries*. Se considera que si tras una intervención se reduce la placa y se disminuye un factor de riesgo, es pues un factor beneficioso.

4. PRINCIPALES COMPUESTOS BIOACTIVOS EN ALIMENTOS DE EXTREMADURA

Además de los componentes funcionales, comentados en el epígrafe anterior, que cuentan con declaraciones nutricionales y de propiedades saludables publicadas en el Reglamento (UE) 432/2012, en Extremadura existen alimentos ricos en compuestos con propiedades bioactivas, como son los *compuestos fenólicos*, *carotenoides*, *glucosinolatos* y *péptidos bioactivos*. Estos compuestos bioactivos no son considerados funcionales por falta de fundamento científico, es decir, que se desconoce el mecanismo por el cual ejercen el efecto fisiológico beneficioso que se les atribuye, por tanto no se ha podido establecer relación causa/efecto, debido al conocimiento escaso de la diversidad de estructuras que presentan. Por ello, para poder utilizarse estos compuestos como alimentos funcionales hay que realizar un estudio científico de intervención en humanos donde se verifique su efecto saludable y posterior autorización por parte de la EFSA. Los estudios de validación experimental se comentarán con más detalle en el último epígrafe de este capítulo.

4.1. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos o polifenoles son un amplio grupo con más de 8.000 compuestos diferentes identificados y que están presentes en la gran mayoría de las plantas y, por tanto, en nuestra dieta. Éstos presentan una diversidad de estructuras que comprenden desde ácidos fenólicos simples hasta polímeros de elevado peso molecular como los taninos. Más de 10 familias de compuestos fenólicos han sido definidas, siendo los flavonoides los polifenoles más comunes presentes en los alimentos.

Estudios epidemiológicos asocian el consumo de alimentos ricos en compuestos polifenólicos con la protección frente al riesgo cardiovascular, cáncer, inflamación, etc. A pesar de ello, los mecanismos de acción molecular que asocian a los polifenoles con sus efectos saludables, requisito clave de la EFSA para una evaluación positiva de las declaraciones saludables,

no están claros. Actualmente, de todos los informes presentados a la EFSA tan solo se han autorizado dos declaraciones de salud para los compuestos fenólicos:

- Los fenoles del aceite de oliva (hidroxitirosol), contribuyen a la protección del colesterol LDL frente al estrés oxidativo (20 g de aceite de oliva).
- Los flavanoles del cacao (200 mg/día), ayudan a mantener la vasodilatación del endotelio, que contribuye al flujo normal de la sangre.

Así pues, la investigación más reciente en estos compuestos se centra en dilucidar mecanismos de acción molecular plausibles, identificando las moléculas diana, que demuestren una causa-efecto directa entre los compuestos fenólicos presentes en los alimentos y sus efectos beneficiosos para la salud, y que además sean consistentes con su baja biodisponibilidad y su extenso metabolismo.

4.2. Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos liposolubles presentes en las partes verdes y amarillas de las plantas, y en frutas rojas y naranjas, como el licopeno (pigmento del tomate, principal cultivo hortícola de Extremadura), la luteína y zeaxantina (pigmentos presentes en espinacas, lechugas, judías, tomates, zanahorias, brócolis, espárragos) y el betacaroteno (pigmento presente en zanahorias, calabazas, etc). Además, estos compuestos son sintetizados por hongos y bacterias y se incorporan a través de la dieta. Los carotenoides se asocian con diversas propiedades beneficiosas, además de ser precursores de la vitamina A; se ha demostrado que los carotenoides poseen actividad antioxidante y ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares, cáncer o degeneración macular relacionada con la edad, entre otras.

4.3. Glucosinolatos

Los glucosinolatos son un grupo amplio de compuestos que se encuentran en un grupo restringido de plantas. Así pues, más del 80 % de estos compuestos han sido identificados en la familia Brassicaceae, y especialmente en el género Brassica, al que pertenecen alimentos de gran importancia en nuestra dieta como las hortalizas (col, coliflor, brócoli, coles de Bruselas, etc.).

Aunque las evidencias epidemiológicas de los efectos beneficiosos asociados al consumo de crucíferas se atribuyen a los glucosinolatos, que son los compuestos presentes en estos vegetales, los glucosinolatos como tales no son bioactivos, sino que son sus productos de hidrólisis, principalmente los isotiocianatos, los responsables de los efectos biológicos observados. Entre estos efectos destaca la protección frente al cáncer de próstata, pulmón, estómago, colon, pecho y vejiga mediante la protección de agentes externos, aumentando la capacidad antioxidante de las células e inhibiendo el crecimiento del tumor. Sin embargo, los glucosinolatos indólicos podrían activar algunos procarcinógenos. Así pues, parece ser que desde el punto de vista de la seguridad conviene seleccionar aquellos alimentos que contienen predominantemente glucosinolatos alifáticos como brócoli, brotes de brócoli, coliflor, col, mostaza de hoja y col rizada, y aquellos ricos en glucosinolatos aromáticos como el rábano, nabo y berro. Además de las

propiedades anticancerígenas, los glucosinolatos también poseen propiedades antiinflamatorias, antibacteriana frente a *Helicobacter pylori* y cardioprotectora.

A pesar de las evidencias mostradas por diferentes estudios científicos, el Panel de la EFSA ha emitido opiniones desfavorables a dos peticiones de declaraciones saludables para los glucosinolatos (“aumentar nuestras defensas” y “proteger el ADN, proteínas y lípidos del daño oxidativo”) porque los efectos no estaban suficientemente definidos y porque no habían sido sustanciados.

4.4. Péptidos bioactivos

Los péptidos bioactivos son fragmentos de proteínas específicos que tienen un impacto positivo en las funciones biológicas del organismo y una influencia positiva en la salud. Estos péptidos tienen la capacidad de regular procesos fisiológicos, alterando el metabolismo celular y actuando como hormonas o neurotransmisores a través de interacciones hormona-receptor y cascadas de señalización.

Entre los efectos saludables se pueden destacar la actividad antihipertensiva, antitrombótica, hipocolesterolemica, inmunomoduladora, antimicrobiana, antioxidante. Además los péptidos bioactivos tienen propiedades opioides, ejerciendo actividad analgésica similar a los opioides endógenos como encefalinas o endorfinas y favorecen la absorción de minerales.

La mayor fuente de péptidos bioactivos la encontramos en la leche, aunque también son fuente de estos compuestos productos extremeños como huevo, carne, brócoli, cereales (arroz, trigo, cebada y maíz) y soja. Los péptidos bioactivos pueden ser liberados de sus proteínas durante el procesado de los alimentos (hidrólisis enzimática y fermentación) o bien durante la digestión gastrointestinal.

5. LA INNOVACIÓN COMO MÉTODO PARA MODIFICAR EL CONTENIDO DE COMPUESTOS FUNCIONALES EN ALIMENTOS

La innovación en la industria agroalimentaria se dibuja como una herramienta necesaria para satisfacer las demandas de un consumidor cada vez más exigente, y por otro lado para proporcionar alimentos nutritivos y saludables. La elaboración de los productos ricos en compuestos funcionales, supone una nueva línea de negocio de la industria alimentaria de gran interés para los consumidores.

Como hemos ido describiendo a lo largo de este capítulo, la abundancia de compuestos funcionales en los diferentes cultivos depende de un gran número de factores. Así, están influenciados por factores climáticos, genéticos y agronómicos, así como por las correspondientes interacciones entre ellos.

El clima y la altitud ejercen una gran influencia en el desarrollo de los vegetales y por tanto también en la composición química del producto final. Investigaciones recientes han demostrado que la calidad de un alimento depende en un alto grado de la interacción cultivo-entorno y, más específicamente, del grado de maduración del fruto. A medida que madura, el fruto va experimentando cambios fisiológicos directamente relacionados con el tiempo transcurrido, y dichos cambios alteran la cantidad de compuestos funcionales.

En cuanto a los factores genéticos, se puede incrementar el contenido de compuestos funcionales, en frutas y verduras, mediante procesos de selección genética (biofortificación). Sin embargo, estos procesos de selección genética no quedan exclusivamente reducidos para mejorar perfiles nutricionales, sino que además pueden ser empleados para la mejora del contenido de compuestos funcionales. Ejemplos de este tipo de práctica la podemos encontrar en cultivos de tomates modificados genéticamente para inducir la síntesis de folatos, que según el Reglamento (UE) 432/2012, contribuyen, entre otros, al *funcionamiento normal del sistema inmunitario, ayudan a disminuir el cansancio y la fatiga, contribuye al metabolismo energético normal*. Por tanto, dentro de una misma especie, diferentes cultivares pueden tener diferentes contenidos de compuestos funcionales.

Entre los factores agronómicos que afectan a los compuestos se encuentran la variedad, origen, sistema de cultivo empleado (poda, fertilización, riego, etc.), así como estado sanitario, maduración, sistema de recogida, almacenamiento y transporte de la materia prima. La acción directa del ser humano puede inducir a la síntesis de compuestos funcionales en función de las necesidades establecidas. De este modo la modificación controlada de estos factores por parte del técnico de campo, puede dar lugar a la adecuación de cultivos destinados a la obtención de compuestos funcionales.

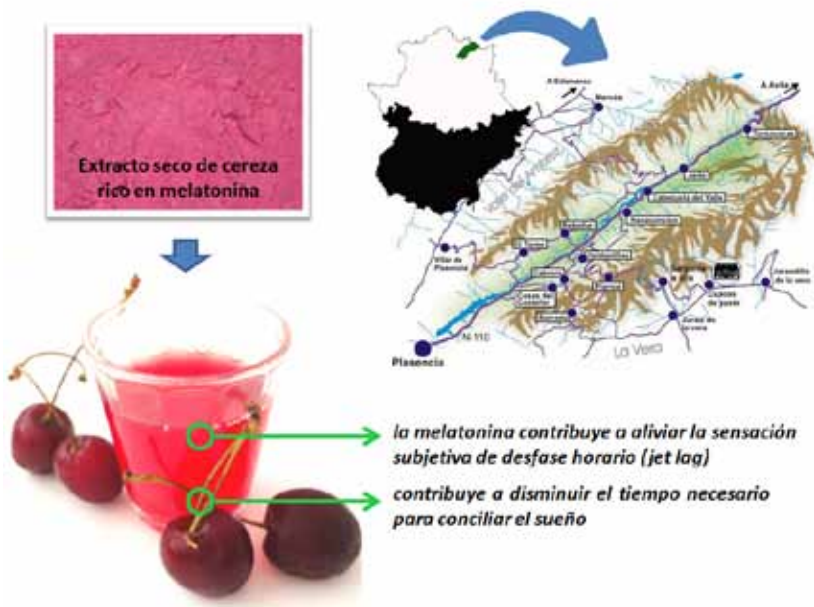
Como ejemplo, indicar que mediante la luz (exceso o falta), las temperaturas extremas (altas o bajas), la falta o exceso de agua, altas concentraciones de iones metálicos o no metálicos y/o contaminantes atmosféricos, se puede inducir en los cultivos alteración en el metabolismo celular, con efecto sobre la fisiología y desarrollo de las plantas. Existe un sistema que permite incrementar la concentración del antioxidante natural *resveratrol*, que se encuentra en la uva y que pasa al vino. El resveratrol, que pertenece al grupo de los compuestos fenólicos, se sintetiza en la uva como respuesta a situaciones de estrés. Aprovechando este hecho, someten a la uva ya cosechada a pulsos de luz ultravioleta, simulando la situación de estrés que se daría en la naturaleza. Combinando diferentes potencias y tiempos de irradiación se ha logrado aumentar hasta 200 veces la cantidad inicial del antioxidante mencionado presente en la uva. Todo ello de forma inocua y sin afectar las propiedades sensoriales.

Por otra parte, el procesado industrial de los alimentos y los procesos culinarios pueden modificar la ingesta de los bioactivos, pues algunos son termolábiles, otros pueden ser hidrosolubles y pasar a las aguas de cocción no siendo finalmente ingeridos. Como consecuencia, las condiciones del procesado y almacenamiento del alimento, como por ejemplo el troceado, la pasteurización térmica, el cocinado convencional, cocción al vapor, cocción al microondas, congelado, etc., van a condicionar la cantidad y el perfil de compuestos bioactivos. Esto ha hecho que se impulsen nuevas tecnologías de procesado, las denominadas tecnologías suaves, basadas en el empleo de sistemas de destrucción o inactivación bacteriana sin necesidad de emplear un tratamiento térmico intenso, como son las altas presiones hidrostáticas, los campos eléctricos pulsados, la radiación con luz ultravioleta, etc. Se pretende así reducir los cambios perjudiciales en el contenido en compuestos funcionales, así como mantener las propiedades físicas, químicas, nutricionales y sensoriales de los alimentos, pero manteniendo la vida útil. Estas tecnologías se están aplicando en la actualidad a nivel industrial en diferentes productos que se encuentran ya en el mercado, de alto valor nutritivo, libres de aditivos, tales como zumos y purés de frutas, salsas, tofu, etc.

6. REVALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES Y/O COMPUESTOS BIOACTIVOS

Con el fin de aumentar la competitividad y la diversificación de las empresas del sector y que los subproductos no sean únicamente desechos, cada vez es más frecuente el desarrollo de nuevos productos que mantienen el mismo valor funcional de los alimentos en origen, pero con coste inferior. Todo este amplio grupo de subproductos presenta una característica común, y es su elevado contenido en sustancias o principios activos, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten la utilización de estas especies vegetales o de sus preparados con fines terapéuticos, aromáticos u odoríferos y dietéticos gastronómicos. En concreto hay partes vegetales o desríos que no se utilizan en los productos finales y que generan un volumen considerable de residuos que, en principio, no son aprovechables y con frecuencia suponen un problema medio-ambiental (figura 1). En este sentido, en nuestra región se cultivan frutas pigmentadas, tales como uvas, cerezas y bayas (fresas, frambuesas, zarzamoras, etc.). El uso de desríos de estas frutas que no cumplen la categoría comercial, podrían ser una buena estrategia para la obtención de alimentos funcionales ricos en melatonina capaces de aportar beneficios a la salud del consumidor. El listado del reglamento indica que *la melatonina contribuye a aliviar la sensación subjetiva de desfase horario (jet lag) y contribuye a disminuir el tiempo necesario para conciliar el sueño*. De hecho se ha estudiado en humanos el efecto del consumo de diferentes variedades de cerezas del Valle del Jerte observándose que mejoran el descanso nocturno.

FIGURA 3: Aprovechamiento de los excedentes de cereza para la obtención de un alimento funcional frente a los trastornos del sueño



Debido a su importancia económica y ecológica, los residuos agroindustriales en Extremadura han suscitado un especial interés. Algunos de estos residuos estudiados son los alpechines, bagazo de vino y pieles de uva, serrín, residuos de pulpa de zanahoria, residuos no volátiles del aceite esencial de naranja, residuos de aceites de semillas y hoja de ciruelo. A este respecto, y a modo de ejemplo se ha realizado un esfuerzo por recuperar los compuestos fenólicos de distintos subproductos (alperujo, aguas de vegetación y hojas de olivo) de las industrias almazareras y utilizarlos como aditivos alimenticios o para aplicaciones en las industrias farmacéuticas y cosmética, revalorizando los subproductos de esta industria. Asimismo, diferentes subproductos procedentes de la transformación de frutas y hortalizas (cáscara, semillas y huesos) han sido estudiados para encontrar nuevas fuentes de antioxidantes naturales. Por ejemplo, se ha propuesto la extracción de β -caroteno y licopeno a partir de residuos de pasta de tomate por extracción de fluido supercrítico.

7. VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Para que un alimento sea aceptado como funcional, sus efectos beneficiosos deben ser avallados experimentalmente mediante estudios de intervención en humanos que pongan de manifiesto los efectos reales de este producto para la salud humana. Por tanto, los componentes funcionales de los alimentos que no aparecen reflejados en la lista de declaraciones autorizadas del Reglamento (UE) 432/2012 y que se deseen alegar en las declaraciones por las empresas agroalimentarias, deben de ser validados experimentalmente para su autorización como Alimento funcional.

Para ello, esta nueva concepción de los alimentos requiere una nueva metodología y nuevos instrumentos para investigar y evaluar los efectos funcionales de los alimentos. Antes podía bastar el estudio de la composición de un alimento y de la biodisponibilidad de sus componentes. Ahora, además, se necesitan los instrumentos adecuados para detectar el efecto funcional, estimar su magnitud, determinar la exposición requerida para que tenga lugar el efecto, identificar las personas o grupos de personas susceptibles de experimentar el efecto, etc.

Las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables sobre un alimento se deben basar en uno o varios efectos funcionales de ese alimento que hayan sido demostrados y comprobados con una metodología científicamente válida. Se trata de criterios que definen los requisitos o condiciones para valorar la calidad científica de los datos que justifican una alegación.

Los conocimientos científicos que revelan un efecto proceden inicialmente bien de estudios epidemiológicos de observación, o bien de trabajo de laboratorio en estudios fisiológicos con un número limitado de sujetos humanos, con modelos animales o con sistemas de cultivo de células u órganos. Es decir, un grupo de “sujetos” consumen el alimento o componente durante un tiempo, tras el cual se miden ciertos marcadores y se determina si hay o no efecto.

Finalmente, es la EFSA la encargada de validar los estudios con el fin de garantizar una evaluación científica armonizada. En el ámbito de las declaraciones, el papel de EFSA se centra en la evaluación de la eficacia, no de la seguridad dado que el alimento o nutriente o bien tiene historia de consumo seguro o debe llevar un procedimiento paralelo de evaluación de su seguridad de acuerdo con la normativa de nuevos alimentos. En todo caso, no debe efectuarse una declaración nutricional o de propiedades saludables que sea incoherente con los principios en materia de nutrición y salud pública generalmente aceptados, o que fomente o apruebe el consumo excesivo de cualquier alimento o desacredite las buenas prácticas dietéticas.

En realidad, la EFSA siempre refiere en sus opiniones científicas que “se ha podido o no se ha podido establecer una relación causa efecto”. Además, ha de tenerse en cuenta que la legislación general de etiquetado, presentación y publicidad de los alimentos prohíbe cualquier declaración que atribuya a un alimento propiedades preventivas, terapéuticas o curativas de una enfermedad humana, o hacer referencia a ellas. Además, no se permite en el etiquetado aportar testimonios de profesionales sanitarios, de personas famosas o conocidas por el público o de pacientes reales o supuestos como medio de inducción al consumo.

8. CONSIDERACIONES FINALES

Los alimentos funcionales en nuestra región, los encontramos desde la parcela de cultivo, la masa vegetal, hasta las industrias agroalimentarias y los establecimientos comerciales más especializados, siendo fuente muy diversificada de oportunidades de trabajo y de rentas. Las acciones concretas de promoción de actividad y los programas de desarrollo para el sector se enfrentan a una enorme dispersión de casos y se hace muy difícil, casi imposible, llegar a una síntesis que sea entendida por los interesados en incorporar al proceso productivo de alimentos funcionales ligados a la industria, incluyendo la riqueza de formas comerciales y de nichos de mercado.

Las mismas dificultades de conocimiento práctico tiene el consumidor, que se enfrenta a buen número de controversias sobre garantías nutricionales y funcionales del consumo de estos alimentos. Por ello, desde un punto de vista legal, como desde la investigación, se contribuye activamente a esclarecer estos términos. En este contexto, la investigación se debe potenciar para el desarrollo tecnológico y obtención de alimentos funcionales, hacia la búsqueda de nuevas aplicaciones de los productos y subproductos, con descubrimientos que pueden alcanzar incluso a la lista de nuevas fuentes de compuestos bioactivos asequibles y útiles. De este modo, se contribuye a valorizar los productos regionales en mercados cada vez más competitivos.