

VII. Alimentos funcionales (nutracéuticos)

DAVID MARTÍN-HERNÁNDEZ

Académico de Número

M.^a MONTAÑA CÁMARA HURTADO

Profesora titular de la Facultad de Farmacia U.C.M.

I. INTRODUCCIÓN

Las mejoras en salud pública

Las mejoras en Salud pública han conducido a la prolongación de la expectativa de vida de las poblaciones. Las estadísticas demuestran que ha habido cambios importantes en las causas de muerte. Así, ha disminuido la morbilidad y la mortalidad por enfermedades cardiocirculatorias, aunque las tasas de morbilidad son aún altas; las muertes por infecciones y trastornos genito-urinarias y otras más (1), han disminuido en gran parte del mundo. Estos cambios han ejercido influencia en las políticas de los gobiernos, en los comportamientos sociales, en las profesiones sanitarias, y en la industria alimentaria.

Se ha reconocido que la alimentación deficiente en principios nutritivos y las dietas restrictivas, afectan a la salud de las personas. Por otra parte, se considera que *la nutrición, adaptada a cada caso o a cada situación fisiológica individual, contribuye a mejorar la salud y el bienestar, ayuda a prevenir y a curar muchos padecimientos o, por lo menos, a hacerlos más tolerables.*

Se ha demostrado además, que la alimentación desempeña un papel importante en la lucha contra las enfermedades crónicas: circulatorias, diabetes, obesidad, osteoporosis, cáncer, artritis. Por estas razones, se considera que algunos alimentos funcionales, ayudan a combatir las

enfermedades mencionadas, pero también, que colaborarían en otros procesos tales como los siguientes: a vencer el estrés, el insomnio, la esterilidad y los niveles bajos de energía. Pero todas estas hipótesis, necesitan demostraciones científicas.

La idea de que la naturaleza reparte entre los alimentos algunos factores que contribuyen a la salud de los humanos y a la curación de ciertas enfermedades, no es ninguna novedad de estos siglos. Hace ya unos 2.500 años, desde que Hipócrates consideraba que «los alimentos deberían considerarse como medicamentos, y los medicamentos como alimentos». Como decía el profesor M. Spiro, en la conferencia sobre Alimentos Funcionales, celebrada en Wye College (Inglaterra) del 2-4 de abril de 1997, «si nos fijamos un poco en la historia, aunque no ha faltado interés por los alimentos como factor que influye de una manera importante en nuestras vidas, es curioso observar que la década de los años 90 viene estando enfocada hacia los alimentos relacionados con la salud».

Ahora, se reconocen las relaciones que existen entre la medicina y los alimentos, debido a la presencia de moléculas con actuaciones bioquímicas, que ejercen impactos positivos en la salud individual, en el bienestar físico, y en el estado mental.

2. LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Se sabe que, dentro de los hidratos de carbono, la fibra alimentaria ejerce funciones beneficiosas asociadas a la reducción de los niveles de colesterol, regulación de la función gastrointestinal, reducción de la absorción de las grasas, disminución de la incidencia del cáncer de colon; que los azúcares-alcoholes o polioles como el eritritol, por su bajo valor calórico, substituyen al azúcar-sacrosa y ayudan en la prevención de las caries dentales; que los ácidos grasos ω -3, retrasan o previenen la formación de trombos, y los de cadena larga, como el ácido eicosapentaenoico (APE), y el ácido docosahexaenoico (DHA o ADH, 22:6 n-3) (2) son probablemente ácidos grasos esenciales por intervenir en las fases preliminares de las síntesis de sustancias hormonales de los tejidos humanos, y deben ser aportados por los aceites de pescados grasos de aguas frías (3,4,5); que el ácido elágico una molécula natural

con función fenol, relacionada con las cumarinas, que se encuentra principalmente en uvas y nueces y en otras frutas: manzanas, fresas, frambuesas y otras bayas, inhibe la producción y el desarrollo de células cancerosas, al atrapar metabolitos cancerígenos, tales como nitrosaminas, hidrocarburos aromáticos policíclicos y aminas aromáticas, actuando en tumores de esófago, pulmón e hígado (6,7).



Figura 1. *Diferencias entre alimento «saludable» y alimento «funcional»*

En la figura 1, se especifican de una forma muy general las diferencias entre alimento saludable y alimento funcional.

El carácter funcional saludable de un alimento viene definido por los siguientes aspectos:

- Responder a las características propiamente dichas de alimento: Sistema físico-químico formado por ingredientes naturales.
- Consumo dentro de la dieta alimenticia.
- Ejercer una función específica en el organismo, que permita la mejora de algún proceso biológico concreto, o que evita el riesgo o agravamiento, de cierta enfermedad.

El concepto de alimento funcional, como alimento normal para personas sanas que, a la acción nutritiva, añade algo que supone un beneficio para la salud, en general es muy interesante.

2.1. La terminología en los alimentos funcionales

Bloch y Thompson establecen las siguientes denominaciones y características diferenciales (8), para los alimentos funcionales y para la terminología relacionada con ellos:

TABLA 1

Terminología de Alimentos Funcionales

<i>TÉRMINO</i>	<i>Definiciones y elementos característicos</i>
QUIMIOPREVENTIVO	Componente alimenticio, con función nutritiva o no, que se ha comprobado científicamente que posee potencia inhibitoria, preventiva frente al cáncer primario y secundario.
ALIMENTO DE DISEÑO	Alimentos procesados a los que se les ha añadido ingredientes naturales ricos en sustancias preventivas de enfermedades. El proyecto podría comprender Ingeniería genética.
ALIMENTO FUNCIONAL	Cualquier alimento modificado, o ingrediente, que proporcione un beneficio para la salud superior al de los nutrientes tradicionales que contenga.
NUTRACÉUTICO	Cualquier sustancia que pudiera considerarse alimento, o parte de él, que proporcione beneficios médicos o para la salud. Se incluye la prevención y el tratamiento de enfermedades.
FARMALIMENTO	Alimento o nutriente que pretende poseer beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y el tratamiento de enfermedades.
FITOQUÍMICO	Substancias que se encuentran en frutas y verduras comestibles, que se ingieren diariamente en cantidades importantes por los humanos, y que poseen potencial de modular el metabolismo de forma favorecedora en la prevención del cáncer

Los componentes de los alimentos funcionales pertenecen a uno de los siguientes grupos: a) Macronutriente: carbohidratos, lípidos, proteínas y b) Micronutrientes: vitaminas carotenoides etc. y minerales.

Los alimentos son y actúan como almacenamientos de nutrientes.

2.2. Componentes

Las materias primas fisiológicamente activas utilizadas para la fabricación y elaboración de los alimentos funcionales son muy diversas. Comprende a todos las que se usan como alimentos: productos lácteos, cultivos de bacterias (*Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium longum*), fibras comestibles, oligosacáridos, glucosa, enzimas diversos, ácidos grasos w-3, distintos antioxidantes, distintos cereales y legumbres; harina de soja y derivados; flavonoides, varias vitaminas, y minerales, hasta los nuevos descubrimientos proporcionados por las investigaciones más recientes.

2.3. La investigación de los Alimentos Funcionales

La Industria Alimentaria ha creado procesos muy eficaces para ofrecer alimentos seguros y eficientes, así como sistemas de comercialización en todo el mundo. Estas empresas están deseosas de encontrar nuevos productos que ofrezcan beneficios para la salud y para la prevención de enfermedades, así como de capitalizar sus tecnologías innovadoras.

Según Richardson (9), el desarrollo de los Alimentos Funcionales depende fundamentalmente de sus bases científicas, de las cuales la seguridad y la eficacia son sus principales componentes:

TABLA 2

Credibilidad de los Alimentos Funcionales

NECESIDADES DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES	
1.	Seguridad en su utilización. Conocer con exactitud el valor de la Dosis / Respuesta. Poseer datos del comportamiento de sus alimentos funcionales a largo plazo. Averiguar el impacto en Salud Pública.
2.	Consolidación científica del potencial de beneficio que supone para la salud.
3.	Que el prospecto y el material de promoción no exageren el beneficio demostrado en los experimentos en animales y, especialmente, en los ensayos clínicos.
4.	Que el fabricante sea considerado pionero en avances de la innovación tecnológica de la industria alimentaria.
5.	Poseer organización segura para comprometer sus recursos en investigación de alimentos.

2.4. La producción y la elaboración de los alimentos funcionales

De una forma general, según Robertfroid se considera que un alimento elaborado es funcional, si con credibilidad científica, cumple con algunos de los siguientes criterios (10):

- a) Alimento normal al que se le ha podido extraer o neutralizar la acción de un componente sanitariamente indeseado, por ejemplo; una molécula alergénica, un agente mutagénico o tóxico, etc.
- b) Si al alimento se le ha reemplazado parcialmente un componente negativo, por una entidad positiva o benigna, que no disminuya de forma notable su valor nutritivo; por ejemplo, la sustitución de una grasa, especialmente las de origen animal, que en determinadas circunstancias podría constituir una contraindicación para un grupo de individuos, por un hidrato de carbono de cadena larga.
- c) Al alimento se le ha aumentado el contenido de un componente que podría ser beneficioso para la salud; por ejemplo, la adición de fibra.
- d) Cuando se ha añadido un ingrediente que el alimento previamente no contenía y que supone una ventaja para el consumidor, por ejemplo, la adición de vitaminas o de oligoelementos, escasos o ausentes en determinados alimentos y zonas geográficas.

La práctica moderna de elaboración de alimentos ha evolucionado mucho en el último decenio, hasta llegar a constituirse en un sistema completo de gestión por personal muy especializado. Además, necesita disponer de instalaciones y de utillajes adecuados para cumplir con los controles rigurosos de los procesos y de la calidad final. La tecnología empleada en la fabricación de los alimentos funcionales varía mucho, dependiendo de las características de ellos. Cada caso, requerirá de unas técnicas específicas.

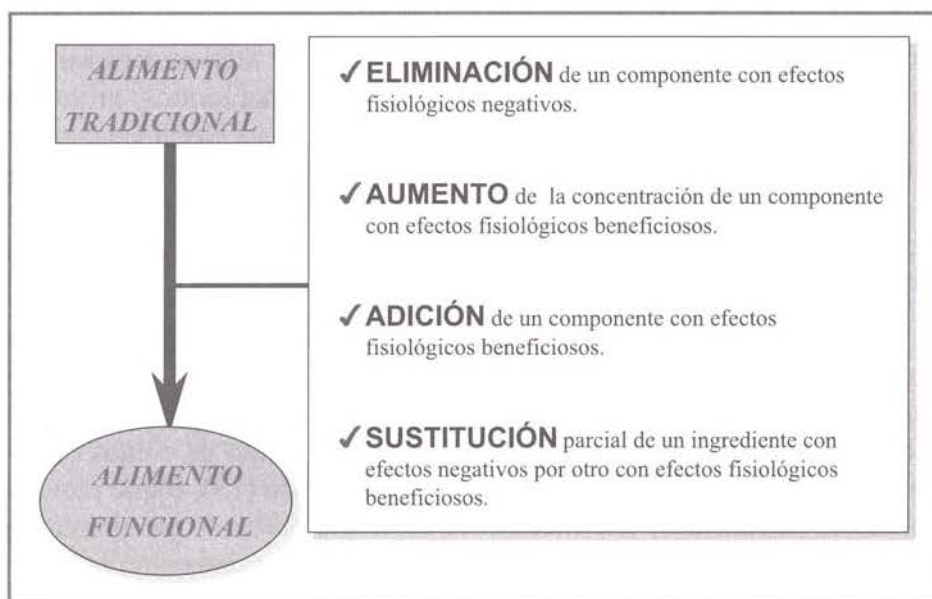


Figura 2.

2.5. La credibilidad científica

Más arriba se ha mencionado «credibilidad científica» y se ha querido expresar que para la consideración de alimento funcional, no basta con guiarse por cualquier criterio razonable, como podría ser la observación, la tradición u otros datos, sino que es preciso que las ventajas, la propiedad o el beneficio fisiológico atribuible al ingrediente, o al alimento funcional, esté consistentemente comprobado por el seguimiento de protocolos adecuados en cada caso, y ensayos clínicos controlados, que lo evidencien rigurosamente.

Duxbury y Swientek (11) incluyen en la lista de los alimentos funcionales a los siguientes nutrientes: betacaroteno, reemplazadores de las grasas, ácidos grasos omega-3, fibra, oligosacáridos, lactoferrina, ajo, vitaminas, minerales, proteínas y péptidos, glucósidos, alcoholes y fenoles, isoprenoides, colina y derivados, y bacterias lácticas, especialmente las denominadas probióticas: *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Bifidobacterium*.

Después de que se completaran los estudios clásicos para determinar los contenidos calóricos de los alimentos (12) y se diferenciara los correspondientes a los distintos macronutrientes: carbohidratos, proteínas y lípidos, la investigación en Bioquímica y en Química Orgánica demostraron que los principios alimenticios están constituidos por moléculas de esta última naturaleza. Se descubrieron las vitaminas como micronutrientes que podían tratar y curar enfermedades deficitarias debidas a las insuficiencias en esos constituyentes.

Los alimentos funcionales deben proporcionar los ingredientes fisiológicamente funcionales, de eficacia comprobada, que ejerzan una acción específica en el organismo, que permita la mejora de algún proceso bioquímico concreto, o que evite el riesgo o agravamiento de ciertas enfermedades; que beneficien y mejoren la salud humana (13), o que prevengan las enfermedades, que incorporen tales ingredientes en cantidades relevantes para suplir las necesidades adecuadas para cada circunstancia orgánica (14). Recientemente Salji estudió los nuevos productos funcionales y sus ingredientes y estableció distintos grupos, tales como las bebidas sanas, bebidas para los deportistas, la fibra adecuada para dietas, los oligosacáridos, la colina y los ácidos grasos poliinsaturados. Dentro del grupo de alimentos probióticos incluyó a numerosos productos derivados de leches fermentadas, desarrollados comercialmente, que contienen cepas seleccionadas de lactobacilos, bifidobacterias y estreptococos (15).

2.6. El Control de la Calidad de los Alimentos Funcionales

La garantía de la calidad de los productos alimenticios supone, en primer lugar, establecer unas especificaciones científico-técnicas de datos que sean consistentemente comprobados por el laboratorio de control de calidad del fabricante, en todos y en cada uno de los lotes producidos. De esta forma se confirma la estabilidad de la formulación, y la seguridad y la uniformidad del elaborado.

En el caso especial de Alimentos Funcionales, existe una exigencia adicional importante. El control de calidad tiene que analizar que el elaborado contiene y libera el nutriente que proporciona el beneficio fisiológico que se promociona.

Como los alimentos funcionales contienen ingredientes farmacológicamente activos, la seguridad de su utilización implica la realización de estudios toxicológicos, incluyendo las posibilidades de desencadenar reacciones alérgicas, síndromes de intolerancia, en niños y en adultos sanos; ancianos y mujeres embarazadas en el caso de que se recomiende su uso. Cuando el alimento funcional se indique en algún caso de persona enferma, requerirá ensayos clínicos especiales.

Para cumplir con estos fines, la industria utiliza las especificaciones desarrolladas durante el proceso de investigación de la fórmula y varias guías de utilización general (16).

2.7. La evidencia del beneficio para la salud

El alimento funcional contribuye a mejorar la salud y el bienestar. Ayuda a prevenir y a curar ciertos padecimientos o, por lo menos, a hacerlos más tolerables.

La alimentación es un área de la Bromatología, y existen razones de seguridad sanitaria para exigir que las etiquetas del envase, así como cualquier material de promoción de todo alimento funcional, cumplan crítica y sistemáticamente con las especificaciones que sobre sus efectos fisiológicos se han evidenciado durante la investigación y el desarrollo. El fabricante tiene obligación de informar al consumidor, de las investigaciones que le han permitido relacionar el alimento, con el beneficio para la salud que promueve (17). Cuando los argumentos que se proporcionan son débiles, las autoridades sanitarias pueden impedir su distribución en el mercado, pero además, la competencia, indudablemente, también se ocupará de substituir el producto.

Las revisiones sistemáticas de la evidencia del efecto fisiológico beneficioso de un alimento funcional tienen dos objetivos principales:

- 1.º Que se han considerado todos los datos de la investigación que se refieren al efecto beneficioso.

- 2.º Cerciorarse de que los datos y las conclusiones que se obtuvieron durante la investigación, son válidos para la promoción actual del producto.

El Servicio Nacional de Salud de Inglaterra (18) ha propuesto un ejemplo de lista de revisión jerarquizada de la evidencia. En el se demuestra que existe mucha más calidad de evidencia en los ensayos experimentales que en los estudios de observaciones, que se realizan sin una metodología que siga un protocolo, científicamente estudiado, para comprobar el significado de los resultados. Generalmente se considera que el método más digno de crédito es el que elige las «muestras» al azar:

Los estudios experimentales son de más calidad que los de observaciones y los descriptivos. También es evidente que se tienen que utilizar protocolos adaptados al caso que se quiere estudiar. La asignación de «muestras» debe hacerse siempre al azar, con el fin de que los resultados puedan ser analizados sin condicionamientos, y conduzcan a la evidencia de lo que demuestren.

3. LOS ALIMENTOS FUNCIONALES Y LA PREVENCIÓN Y MEJORA DE LA SALUD

En general, no se conocen actualmente, los mecanismos científicos por los cuales los componentes de un alimento afectan a las funciones fisiológicas del individuo. Todavía se trabaja mucho sobre observaciones e hipótesis, y se necesita disponer de datos evidentes que se obtengan a través de ensayos clínicos con protocolos adecuados para cada caso (19).

Uno de los objetivos claves de la investigación de las Ciencias de la Nutrición se centra, en establecer relaciones evidentes (20) entre los componentes de la dieta y las enfermedades crónicas, considerando que determinados nutrientes podrían proporcionar resultados beneficiosos para la salud como propone Dansby (21).

Una nutrición correcta posee un efecto positivo en el sistema inmune, además de en otros sistemas y órganos. Existen muchos nutrientes que ejercen influencia en la vida celular y, en determinadas ocasiones, las dietas en muchos individuos, son deficitarias en vitamina C, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, zinc, iodo, etc., en los países occidentales, incluyendo a España.

Es clara la importancia que ejerce el tipo de nutrición, así como la microflora gastrointestinal en la salud humana. En el hombre, el colon es el órgano de mayor actividad metabólica, debido a la flora bacteriana residente, cuyo factor principal de crecimiento lo constituye el substrato alimenticio. De ahí también el interés de los alimentos funcionales.

El intestino delgado está involucrado en la etiología y en el mantenimiento del equilibrio estático de varias enfermedades, así como del estado de bienestar saludable.

Los distintos tipos de alimentos promocionan la formación de determinadas colonias bacterianas. Unas categorías de esas colonias ejercen potencialmente el comportamiento patogénico, y otras el estado de bienestar o de salud. Es evidente que interesa estimular el desarrollo de las colonias que contribuyan positivamente al mantenimiento de la salud, y en esto, juegan un papel primordial los alimentos funcionales.

Los alimentos deficitarios y las dietas restrictivas, pueden afectar al estado nutricional y a la salud de los individuos en cualquier circunstancia de la vida individual, especialmente a largo plazo. Por eso, los educadores tienen la responsabilidad importante de informar, advertir y recomendar alimentos que posean valores añadidos y que contribuyen al bienestar del presente y a la prevención de enfermedades que se pueden evitar en el futuro.

La industria debe aprovechar las oportunidades que los conocimientos científicos aportan, para fabricar y ofrecer al consumidor productos especialmente formulados. Lo importante es, que estos alimentos posean un potencial beneficioso, garantizado por la experiencia científica y por los estudios experimentales realizados. Luego, es preciso que se informe con veracidad para que el consumidor elija con conocimiento de causa.

3.1. Los Compuestos Cerebro-Activos

Desde el año de 1982, Rosenman cree haber demostrado que, algunos análogos de la encefalina (22) en los alimentos, modifican las respuestas de catecolaminas e influyen sobre el impacto emocional, en el comportamiento social y en los procesos de aprendizaje. Asimismo, que

los alimentos de alto contenido en serotonina, mejoran la capacidad de entendimiento y que la concentración de endomorfina en el cerebro, modifica el humor.

La industria alimentaria, mediante la repetición de ensayos y de estudios estadísticos de los resultados que se obtengan, tiene que investigar mucho más para encontrar evidencia de las relaciones mencionadas.

3.2. Los Alimentos funcionales y los factores Cardiovasculares

Según el último informe «Monica» de la OMS, publicado en *Lancet* el día 7 de mayo de 1999 la mortalidad por infarto ha descendido en, más del 20% durante los diez años precedentes.

De acuerdo con distintos estudios de la OMS tres factores constituyen la mayoría de las causas de los problemas de la circulación sanguínea: tabaco, hipertensión arterial y cifras altas de colesterol en sangre, debidas a las dietas ricas en grasas saturadas.

Muchos estudios han vinculado el excesivo consumo de grasas animales, con los problemas cardíacos (23) y otros problemas de la circulación sanguínea del adulto (24). Se conoce que las grasas no saturadas (en los aceites de pescado y en determinadas semillas), son menos perjudiciales que las saturadas (grasas animales, generalmente). Las arterias en las personas mayores, podrían endurecerse y originar aterosclerosis (depósitos de grasa) (25) y pérdida de la flexibilidad vascular, causantes principales de los problemas cardiovasculares (26).

Los radicales libres que se producen normalmente como consecuencia de la actividad aeróbica celular, poseen un electrón impar muy reactivo, con potencialidad de dañar a un gran número de moléculas biológicas. La presencia de un sistema complejo de antioxidantes, evitaría las acciones destructivas de los mencionados radicales, beneficiando así la vida de la célula.

Las vitaminas C, E y el β -caroteno, que previenen la oxidación de la fracción LDL del colesterol, reducen el riesgo de alteraciones coro-

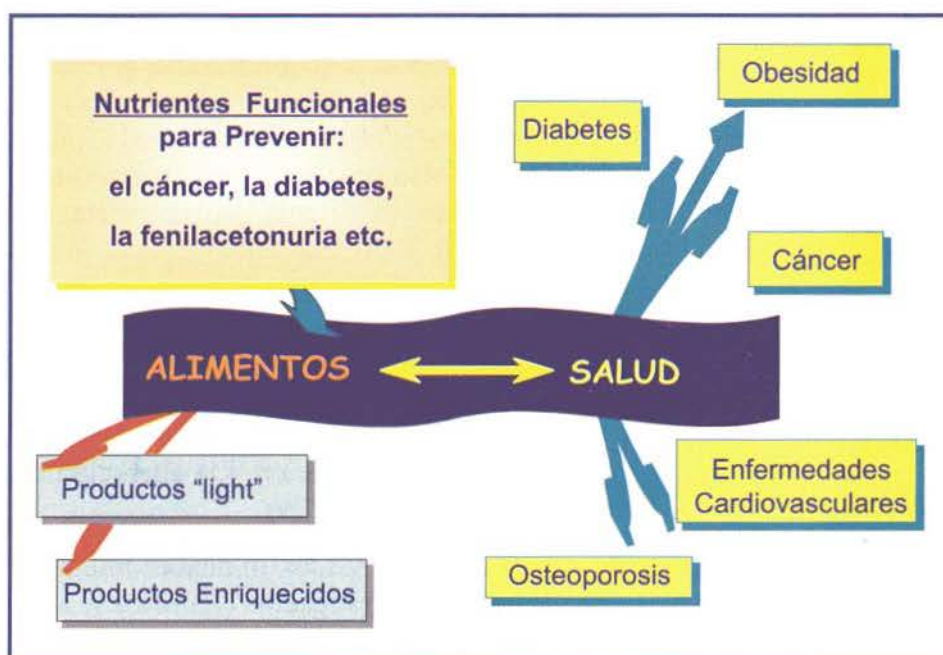


Figura 3.

narias, además de poseer propiedades anticancerígenas. La medida de protección principal consiste en el aumento de la ingestión de frutas y verduras, así como de alimentos funcionales que contengan nutrientes antioxidantes para proteger de la oxidación al LDL mencionado, y evitar así su modificación oxidativa y la formación aterogénica, como comenta Bello (1997) citado anteriormente.

3.3. Los Alimentos Funcionales y los Riesgos de Cáncer

Blot estudió de forma aleatoria, un grupo de unos 30.000 individuos de Lixian, China, con suplementos de «megadosis» de un preparado de 7 combinaciones de vitaminas y minerales para disminuir la cifra de cáncer esofágico / gástricos. Después de 5 años, el grupo que recibió betacaroteno, vitamina E y selenio, mostró una disminución significativa del riesgo, en comparación con los individuos que recibieron placebo (27). El cáncer es una causa importante de morbilidad y de mortali-

dad. Aproximadamente el 90% de todos los casos, independientemente de los factores hereditarios, se relacionan con los parámetros ambientales, incluyendo los hábitos alimenticios. Algunos tipos de cánceres son curables, y los expertos saben que una alimentación adecuada, puede prevenir muchas formas de este peligroso trastorno. La eliminación de los agentes cancerígenos del ambiente, representa probablemente un deseo poco realista de la sociedad (28). En el capítulo 5 de esta monografía se estudian *in extenso* estos aspectos

3.4. Los Alimentos Funcionales y el Sistema Inmune.

El estudio de las relaciones entre la alimentación y la alteración del sistema inmune es un tema de gran actualidad (29).

Moreau y col. han estudiado las propiedades inmunoestimulantes del *Bifidobacterium* DN-173010 (30). La investigación científica se acerca, cada día más, a la posibilidad de recomendar dietas y alimentos funcionales, que logren las respuestas inmunes óptimas en las personas sanas, y lleve a la normalidad a los pacientes inmunodeprimidos.

La dieta ejerce influencia en la calidad y en la potencia inmunológica, actuando sobre el componente linfoide y sobre la función de la célula inmunitaria, o sobre los factores relacionados con ellos. Los parámetros nutricionales pueden afectar al desarrollo (31) y al mantenimiento de la inmunocompetencia, a través de múltiples vías metabólicas. Se sabe que las vitaminas en general, pero específicamente las del complejo B y vitamina C, ejercen unas acciones muy positivas en las respuestas inmunes, pues son esenciales en muchos aspectos del metabolismo celular.

3.5. Los Alimentos Funcionales y los Riesgos de Obesidad, Anorexia y Bulimia

Frecuentemente, la Organización Mundial de la Salud se ha manifestado preocupada porque el índice de masa corporal media en el mundo, especialmente en el occidental, aumentaba cada año. Errónea-

mente, la sociedad del pasado consideraba que el exceso de peso constituía una característica típica de la buena salud y del bienestar.

En la actualidad, se considera que la obesidad es un factor de riesgo para determinadas enfermedades metabólicas y enfermedades cardiovasculares y circulatorias en general; complicaciones del aparato locomotor: (articulares, artrosis); posible cáncer de endometrio y de mama, por hiperestrogenia; aumento de los riesgos quirúrgicos; dificultades para fijar las dosis eficaces de los medicamentos, porque una cantidad apreciable de los principios activos se acumulan en el tejido graso, y algunos trastornos psíquicos.

La experiencia demuestra que la obesidad tiene difíciles tratamientos. Es conveniente que se conceda más importancia a su prevención mediante una nutrición funcional adecuada que encuadre dentro de los buenos hábitos alimentarios y de ejercicios físicos, desde las primeras edades del individuo.

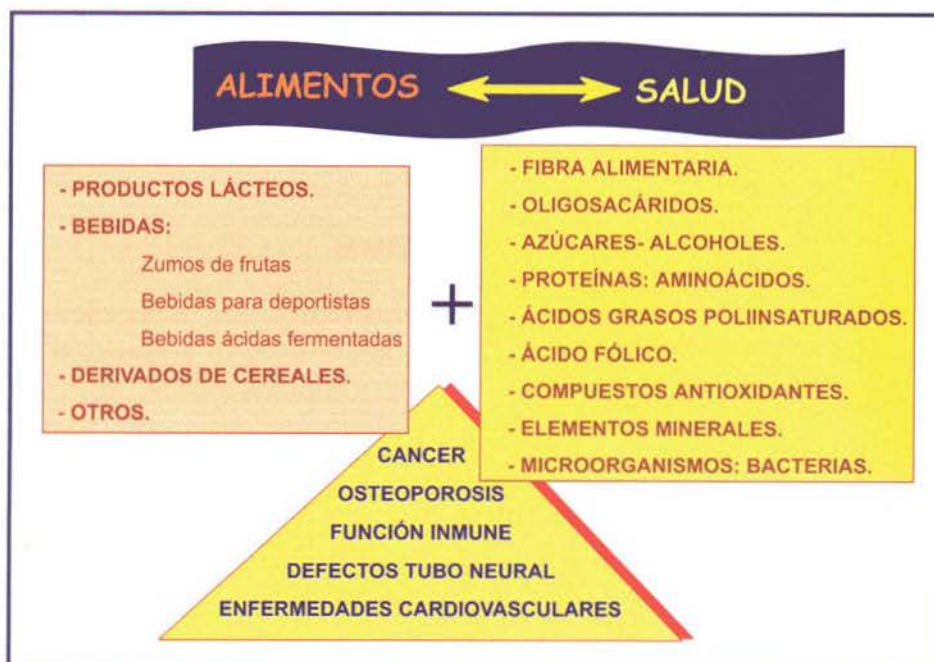


Figura 4.

La anorexia y la bulimia son trastornos complejos del comportamiento alimentario que pueden estar relacionados. A veces se presentan con alternancia de los dos procesos. La resolución de este problema complejo de salud, requiere generalmente el tratamiento del paciente por un equipo multidisciplinar constituido por dietista, psicólogo y psiquiatra, completamente coordinado.

3.6. Alimentos Funcionales y el freno al deterioro por la edad

El deterioro por la edad corresponde a la resultante del conjunto de errores genéticos repetitivos, en la replicación del ADN celular en el transcurso de la vida del ser.

Huber y Souja (32) admiten que cualquier intervención que reduzca los procesos degenerativos, retrasará los fenómenos de envejecimiento. Entre estos, se encuentran los siguientes:

- a) Reducción de la ingesta calórica.
- b) Prevención y/o reparación del daño oxidativo, por tratamiento médico-dietista.
- c) Ingestión de ácidos grasos insaturados ω -3.

3.7. Alimentos funcionales para diabéticos

Nigata y cols. piensan que los derivados pirozólicos, especialmente los derivados amidinoheterocíclicos, son eficaces en la prevención de las complicaciones de la diabetes y de otros trastornos metabólicos (33). Existe la posibilidad de formularlos como alimentos funcionales, pero se deben realizar ensayos clínicos que apoyen la credibilidad de los beneficios que se les atribuyen.

3.8. Alimentos Funcionales en el Embarazo y en la Lactancia

Ekblad considera que, las adaptaciones que tiene que experimentar el organismo de la embarazada para permitir el desarrollo del feto en

condiciones fisiológicas óptimas, requiere ajustar sus ingestas a sus necesidades nutricionales a lo largo de la gestación (34), y esto se puede facilitar mediante el empleo de alimentos funcionales.

Es necesario hacer una mención especial relativa a la importancia del ácido fólico ya que se ha demostrado que es efectivo frente a anemias megalobásticas y en la prevención de alteraciones del tubo neural en el recién nacido (espina bífida), dado que el ácido fólico es requerido para la síntesis de DNA durante la división celular, siendo ambas situaciones de riesgo para mujeres embarazadas. De ahí la importancia de ingerir alimentos funcionales con altos niveles de ácido fólico en este periodo tan crítico (35).

La gestación es un periodo anabólico que, teóricamente, requiere un aporte extra de energía. El «*National Research Council*» de los Estados Unidos aconsejaba, en 1991, proporcionar un aporte similar al preconcepcional durante el primer trimestre, y un aporte de 300 kcal/día durante el resto del embarazo (aporte extra total de 55.600 kcal durante todo el embarazo). Los requerimientos en proteínas suponen unos 4.7 g/día durante las últimas 28 semanas.

Durante el embarazo, el metabolismo de los hidratos de carbono se caracteriza por una disminución gradual de los niveles plasmáticos. Los niveles plasmáticos de ácidos grasos libres, triglicéridos, colesterol y de fosfolípidos, aumentan durante la gestación por los cambios experimentados en el metabolismo del hígado y del tejido adiposo para cubrir las necesidades de la formación de membranas celulares en el feto. Las necesidades extras de vitaminas y minerales durante el embarazo, en general, están suplidas por las dietas recomendadas a la mujer en este estado. Los alimentos funcionales diseñados para estas circunstancias, tienen la importancia de facilitar el cumplimiento de las dietas.

3.9. Alimentos Funcionales, osteoporosis y artritis reumatoide

En 1989, la FDA de los EE.UU. recomendó la utilización del primer alimento funcional para prevenir y evitar la disminución de la densidad ósea, consistente en agregar calcio absorbible y vitamina D a los alimentos lácteos.

Existen dos patentes declaradas de uso público que tratan de los valores terapéuticos de los aminoazúcares glucosamina, condroitina y glucosaminoglucano (36,37). Por un método biotecnológico, se podría preparar un alimento funcional consistente en un producto lácteo que contuviera esos nutrientes funcionales, después de determinar la dosis respuesta y el resto de requerimientos del protocolo adaptable al caso, a través de ensayos clínicos adecuados.

3.10. Relaciones entre los nutrientes y ciertos estados patológicos

En la fig. 5, se representan graficamente estas relaciones:

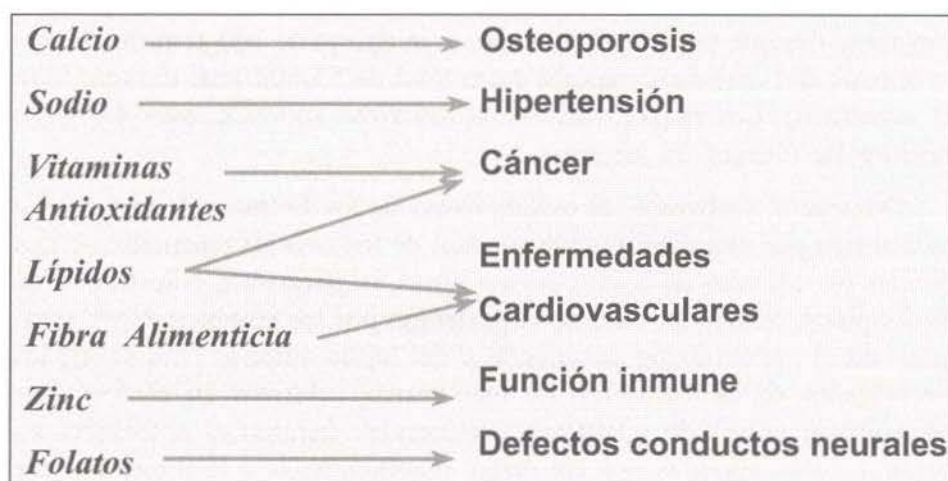


Figura 5.

4. POLISACÁRIDOS NO ENERGÉTICOS CON INTERÉS FUNCIONAL

Los polisacáridos no energéticos con interés funcional son principalmente los siguientes: celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina, agar-agar,

gomas y mucílagos, integrados dentro de lo que se denomina fibra alimentaria.

Los efectos fisiológicos beneficiosos asociados a la ingesta de fibra alimentaria son los siguientes:

- Regulación de la motilidad intestinal y otras funciones digestivas de importancia.
- Reducción de los niveles de colesterol.
- Regulación de la función gastrointestinal.
- Modificación de la absorción de grasas.
- Disminución de la incidencia de cáncer de colon.

Sin embargo estos efectos varían, dependiendo de la dieta global, estilo de vida y de la respuesta de cada individuo (38).

De las distintas fracciones de la fibra hay que considerar las propiedades funcionales de la fracción soluble (39), tanto pectina (40) como polímeros de glucosa beta-glucanos, ya que el organismo es incapaz de romper su enlace beta-glucosídico, siendo no digestibles, por ello no tienen valor calórico, pudiendo usarse en el control de la obesidad, además de disminuir la respuesta glucémica y los niveles de LDL y de colesterol total (41).

5. OLIGOSACÁRIDOS

En Francia, se ha reconocido que los fructooligosacáridos estimulan el crecimiento y la actividad de las bifido bacterias intestinales, produciendo efectos beneficiosos para la salud. Basándose en eso, han sido de los primeros nutrientes funcionales, que a nivel europeo, han sido aprobados para que en sus etiquetas se establezca que los productos que lo contienen en determinada concentración, producen efectos beneficiosos para la salud (42).

Tomomatsu (43) considera que la ingestión de oligosacáridos aumenta la población de las bifidobacterias en el colon, que en muchos aspectos

contribuye a la salud humana; piensa que la proliferación de las bifidobacterias, por la ingestión de oligosacáridos proporciona muchos beneficios.

Los Oligosacáridos son hidratos de carbono no digestibles, formados por cadenas cortas de monosacáridos unidos por enlaces covalentes. En el intestino humano no existen enzimas que rompan los enlaces glicosídicos. Las características funcionales de los oligosacáridos son las siguientes:

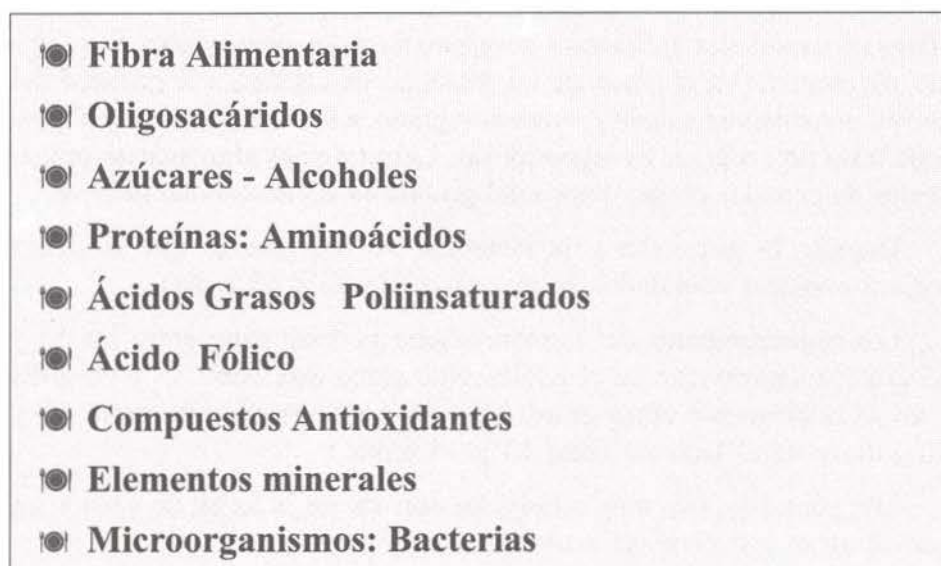
- Bajo valor calórico (pero sabor dulce).
- Prevención de caries dental.
- Efectos similares a la Fibra Alimentaria (44). Por esta propiedad se los puede considerar como sustitutivo de la fibra dietética aunque no aumentan el volumen de las heces. Las ventajas están en que son moléculas estables, no forman complejos con minerales, por lo que sus requerimientos diarios son menores, poseen bajo peso molecular, son solubles en agua, no aumenta la viscosidad del medio y se pueden incorporar a las bebidas de los elaborados alimenticios.

Son también considerados como prebióticos, por favorecer el crecimiento de bacterias probióticas en el colon (45), estimulando (46) la absorción de Ca y Mg en el tracto intestinal (47).

6. AZÚCARES ALCOHOLES

Los siguientes Azúcares-Alcoholes: sorbitol, manitol xilitol y eritritol son edulcorantes que tienen una menor respuesta glucémica que la sacarosa y un bajo valor calórico. Su empleo contribuye a la prevención de caries dental. Algunas personas pueden sufrir molestias gástricas después del consumo de alimentos edulcorados con los azúcares alcoholes.

7. ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRIENTES PROTEICOS

Figura 6. *Ingredientes más utilizados.*

Las proteínas alimentarias son moléculas orgánicas constituidas por carbono, hidrógeno, oxígeno, contienen alrededor de un 16% de nitrógeno, y en determinadas ocasiones, junto con azufre, otros elementos tales como fósforo, hierro y cobalto.

Las proteínas alimentarias aportan especialmente los aminoácidos que capacitan al organismo sintetizar sus propias proteínas.

La conversión de las proteínas alimentarias primero en péptidos y luego en los aminoácidos que la forman se realiza mediante el proceso digestivo. Este fenómeno es importante, para evitar el paso de moléculas de proteínas enteras, extrañas al organismo, que podrían producir reacciones inmunes peligrosas.

Existe un grupo de aminoácidos que son esenciales para el organismo. Está constituido por leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina (e histidina, para los lactantes). Entre los aminoácidos no esenciales, los que pueden ser sintetizados, se en-

cuentran los siguientes: ácido glutámico, ácido aspártico, alanina, arginina, cisteína, glicina, histidina (en el adulto), prolina, serina y tirosina.

Se considerará proteína de *calidad* la que aporta aminoácidos esenciales en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades fisiológicas. Se enmarca en el grupo de las proteínas de calidad, a la proteína del huevo, considerada *patrón* y, en menor grado, a la leche, la carne y el pescado y las procedentes de leguminosas. Las proteínas alimentarias procedentes de cereales entran dentro del grupo de las de calidad inferior.

Durante la gestación y la lactancia, se recomienda que la mujer ingiera mayores cantidades de proteínas (de 60 a 65 g/día).

Los requerimientos del hombre adulto podrían estar entre los 55 y 65 g/día; mientras que en el adolescente chico está entre 45 y 60 g/día y en la adolescente chica entre 44 y 46 g/día; en el niño entre 15 y 30 g/día y en el lactante entre 13 y 14 g/día.

Los péptidos (48), más estudiados son los de la leche de vaca a los que se atribuyen diversas actividades biológicas como:

- Efecto antidiarreico, al reforzar la absorción de agua y electrolitos en el tracto gastrointestinal.
- Estimulación del sistema inmune.
- Potenciación de la solubilidad y utilización de minerales como el Calcio.
- Posible actividad hipertensa.

Algunos aminoácidos, como la tirosina, poseen actividades relacionadas con la hipertensión; la fenilalanina con la depresión, el dolor, cambios de comportamiento; y la glutamina con la integridad del tracto gastrointestinal.

8. ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRIENTES GRASOS

Las grasas son los macronutrientes más abundantes de las biomembranas celulares. Las grasas y los aceites contienen diferentes ácidos grasos que afectan a las funciones orgánicas de varias maneras. Algunas

grasas son esenciales para el crecimiento infantil, para un desarrollo saludable y como factor regulador del metabolismo.

Los ácidos grasos saturados son unos eficaces combustibles biológicos, condicionan una determinada composición de la membrana celular. Por otra parte:

- a) Afectan a las propiedades físico-químicas, tales como permeabilidad, fluidez y oxidación, lo que conduce a modificaciones bioquímicas, algunas de las cuales son fisiológicamente deseables y otras indeseables.
- b) Los ácidos grasos de la membrana que se encuentran formando las moléculas de los fosfolípidos, son los precursores de sustancias de tanta importancia funcional como las siguientes: prostaglandinas, prostaciclina, tromboxano y leucotrienos. Se considera que ellos son los responsables de la agregación o antiagregación plaquetaria, inflamaciones y vasodilataciones.

Los ácidos grasos saturados están constituidos por moléculas cuyos enlaces entre carbonos se encuentran ocupados o saturados. Los siguientes alimentos contienen altos porcentajes de ácidos grasos saturados: lácteos en general, nata, mantequilla, queso curado, los aceites de palma y los de coco; las carnes grasas y sus derivados o elaborados. Varios estudios médicos han dado origen a la teoría de que, un consumo elevado de estas grasas, incrementan los niveles hemáticos de colesterol, y el riesgo de enfermedad cardíaca coronaria. La mayor parte de los ácidos grasos que constituyen estas grasas son el láurico, palmítico y esteárico, a los cuales se les atribuye estos efectos fisiopatológicos. Generalmente, se recomienda que la ingestión de grasas saturadas no sobrepase el 10% de las calorías de la dieta diaria.

Los ácidos grasos insaturados son aquellos que poseen uno o más dobles enlaces. Abundan en el aceite de oliva, en el de semillas de colza y en alimentos tales como aguacates y algunos frutos secos. Los ácidos grasos más insaturados son los de aceites de pescado.

Los Ácidos Grasos Poliinsaturados se agrupan en dos familias:

- a) Ácidos ω -6 (derivados del ácido linoleico: aceite de oliva y aceite de girasol; la letra ω , o la n, indican a qué altura de la cadena se encuentra la insaturación),
- b) Ácido Omega-3 (derivados del ácido linolénico) (49) (extraídos de los brotes de la soja, el aceite de colza, el de las nueces y el de pescados tales como las sardinas, el jurel y el salmón).

Se piensa que al menos algunos de los efectos favorables de los lípidos en el proceso canceroso tisular, podrían estar relacionados con la cantidad de ácido linoleico consumido (50).

Los ácidos grasos de la serie ω -3 retrasan o previenen las formaciones de coágulos sanguíneos al producir un ensanchamiento de los vasos y disminuir el riesgo de agregación plaquetaria, evitando así la formación de trombos y los consiguientes ataques cardíacos. Son efectivos también en el tratamiento de la arteriosclerosis. Los ácidos grasos ω -3, son esenciales ya que nuestro organismo no puede generarlos y, por tanto, deben suministrarse con los alimentos. Sus funciones fisiológicas son muy importantes, al intervenir en la fase preliminar de la síntesis de sustancias hormonales de los tejidos (51).

Mediante enzimas especiales el ácido graso, ω -3, ácido alfa-linolénico C18: 3, puede transformarse en EPA (ácido eicosapentanoico C_{20:5}) y DHA (Ácido decosaheptaenoico C_{20:6}), que se encuentran principalmente en los aceites de peces (52,53).

9. MICRONUTRIENTES Y ALIMENTOS FUNCIONALES

Las moléculas fitoquímicas se encuentran en todas las frutas y verduras. Las frutas son ricas en vitaminas. En los frutos cítricos: naranja, mandarina, limón, pomelo y en el kiwi, abunda el ácido ascórbico o vitamina C, al igual que en el melón y en las fresas. Para cubrir las necesidades diarias de vitamina C, provitamina A y otras vitaminas hidrosolubles, hay que tomar de 2 a 3 piezas de fruta al día.

Excepcionalmente pueden citarse algunas frutas con un alto valor lipídico y energético: el aguacate (16%) rico en ácido oleico y el coco (60%) rico en ácidos grasos saturados.

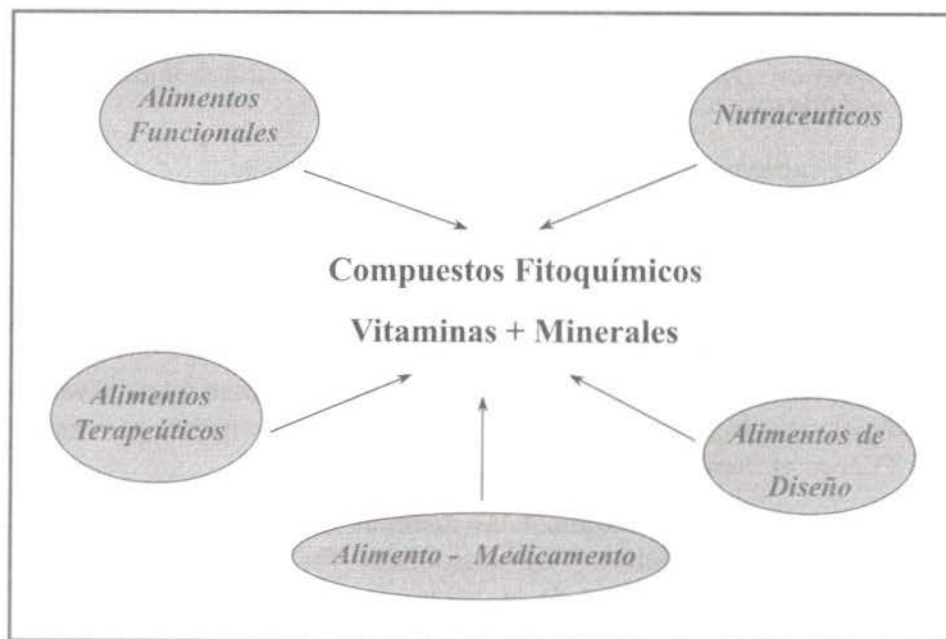


Figura 7.

La fig. 7 muestra la forma de elaboración de Alimento Funcionales a partir de micronutrientes.

En la manzana, fresas, frambuesas y otras frutas en bayas, se puede encontrar ácido elágico que inhibe el desarrollo de ciertas células cancerosas. Actúa acomplejándose con los metabolitos carcinogénicos tales como: nitrosaminas (54), aflatoxinas, hidrocarburos policíclicos aromáticos y aminas aromáticas. Ejerce su acción especialmente en tumores de hígado, pulmón y esófago (55). Asimismo, los polifenoles / flavonoides: catequinas, proantocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonoles y sus glicósidos; que se encuentran en el té, vino tinto, cebollas, manzana, cítricos, uvas y otros frutos en bayas, previenen procesos cancerosos al inhibir la formación de nitrosaminas, e incluso si se han formado, disminuyen su acción.

Algunas otras sustancias fitoquímicas (56,57) con capacidad anti-hormonal, disminuyen el riesgo de cáncer. Entre ellas se pueden citar las siguientes:

- Sulfuro y disulfuro de alilo, en ajos y aliáceas.
- Bencil isotiocianato, fenetilisotiocianato e indol-3carbinol, en crucíferas.
- D-carvonona en aceite de semilla de alcaravea.
- D-limoneno en aceites de frutos cítricos.
- Quercetina en algunas frutas y en el té.
- Inhibidores de proteasas en la soja.

Las verduras contienen especialmente fibra, carotenoides, diversas vitaminas del grupo B, especialmente ácido fólico y algunas provitaminas (Véase el capítulo 3).

Atendiendo a su solubilidad las distintas vitaminas, se separan en los grupos a) hidrosolubles y b) liposolubles. En la tabla 3 se resumen las propiedades metabólicas de las vitaminas.

Las vitaminas son sustancias orgánicas esenciales, cuyas pequeñas cantidades en las células actúan como cofactores enzimáticos, o como coenzimas, imprescindibles para desarrollar la función catalítica correspondiente. Por esta vía, los sistemas enzimáticos desarrollan las reacciones metabólicas específicas, necesarias para el funcionamiento normal. Algunos elementos minerales contenidos también en las frutas y en las verduras tales como el Fe^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} etc., funcionan así mismo, como cofactores, y de ellos se tratará brevemente, también en este Capítulo.

Tabla: 3

Las vitaminas y sus funciones en los sistemas enzimáticos

VITAMINAS LIPOSOLUBLES		
Vitamina		Funciones principales(resumen)
Vitamina A	Retinol	Desarrollo y cuidado de la retina y de la visión ocular; crecimiento y desarrollo óseo; mantenimiento del tejido epitelial.

Tabla: 3 (cont.)

Las vitaminas y sus funciones en los sistemas enzimáticos

VITAMINAS LIPOSOLUBLES		
Vitamina		Funciones principales(resumen)
Vitamina D 1-25 Dihidroxicolicalciferol o calcitrol, 10 veces más potente que la vitamina D ₃		Regulador del metabolismo del Ca ⁺⁺ ; inmunidad; secreción de la insulina; estimula el transporte activo de los fosfatos; antirraquitismo.
Vitamina E ⁷²	Tocoferol	Evita la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados de los alimentos a nivel del intestino; protege a la membrana celular frente al oxígeno; favorece la actividad de la vitamina A al evitar su oxidación en el tracto G.I.
Vitamina K	Factor de Coagulación	Funciona en el hígado como cofactor esencial para la carboxilación, facilitando la transformación del ácido glutámico en ácido γ -carboxiglutámico.
VITAMINAS HIDROSOLUBLES		
Tiamina	Pirofosfato de Tiamina.	Descarboxilación de α -oxácidos; necesario para la respiración tisular; para la descarboxilación oxidativa del piruvato a acetil-C ₆ A, entrando en el ciclo de Krebs.
Riboflavina	mononucleótido Flavina: dinucleótido de Flavina y adenina.	Reacciones de oxi-reducción celular; actúa como transportadores de hidrógeno en el sistema mitocondrial de electrones. En algunos estudios realizados en China se sugiere el empleo en las cataratas nucleares.
Ácido Nicotínico	Dinucleótido de adenina.	Reacciones de oxi-reducción, con liberación de energía, de glúcidos, prótidos y lípidos. Intervención en la síntesis de glucógeno.

Tabla: 3 (cont.)

Las vitaminas y sus funciones en los sistemas enzimáticos

VITAMINAS HIDROSOLUBLES		
Vitamina		Funciones principales(resumen)
Ácido	Coenzima A. Pantoténico. (CoA).	Transferencias de funciones acilo. Como constituyente de C ₆ A, es esencial para el metabolismo celular. Participa en la liberación de energía de los carbohidratos y en la degradación y metabolismo de los ácidos grasos.
Piridoxina Vitamina B ₆	Fosfato piridoxal.	Transferencias de funciones amino. El fosfato de piridoxal(FPL) y el fosfato de piridoxamina(FPM), son coenzimas en las reacciones de transamidación, y en otras afines correspondientes al metabolismo proteico.
Biotina	Biocitina.	Actúa como coenzima en la transferencia de CO ₂ . Se requiere en la síntesis y oxidación de los ácidos grasos.
Ácido fólico Folato, Folacina. tetrahidrofólico.	Ácido	Transferencia de funciones —carbo—: es un portador de las funciones formil, hidroximetil, y metilo. Interviene en la síntesis de purinas, guanina, adenina y de la pirimidina-tiamina, que se emplea en la formación de nucleoproteínas, DNA y RNA. Los niveles bajos de folato plasmático y de vitamina B ₁₂ se ha relacionado con cardiopatías.
Vitamina B12: Cobalamina, Desoxi adenosil cobalamina, hidroxocobalamina.		Esencial para el metabolismo celular, especialmente en las del tracto G.I., la médula ósea y el tejido nervioso. Afecta a la formación de mielina.

Tabla: 3 (cont.)

Las vitaminas y sus funciones en los sistemas enzimáticos

VITAMINAS HIDROSOLUBLES		
<i>Vitamina</i>		<i>Funciones principales(resumen)</i>
Vitamina C	Ácido ascórbico	Cofactor en reacciones de hidroxilación. Favorece la absorción del hierro y bloquea la ferritina a hemoderina. Participa en la formación de colágeno y en la cicatrización de las heridas. Favorece la resistencia a las infecciones.

Las sustancias incluidas bajo la denominación de carotenoides sólo pueden ser sintetizadas por las plantas, y llegan a los tejidos de los animales a través de los alimentos. En aquellos, pueden ser modificadas o acumuladas. Hay carotenoides, sin actividad provitamina A tales como la luteína (espinaca), zeaxantina (maíz) licopeno (tomate), Cantaxantina (hongos, moluscos y bivalvos).

Entre los carotenoides corrientes se encuentran α -caroteno, β -caroteno (por ejemplo achicoria), γ -caroteno, y criptoxantina, que se consideran provitamina A, y son reponsables del color amarillo-anaranjado de algunas frutas y verduras. El β -caroteno es una molécula simétrica que contiene dos anillos de beta-ionona conectados por una cadena conjugada. Es la más importante de las provitaminas A, ya que la biopotencia de los α y γ carotenos, es casi la mitad que la del β caroteno. La actividad biológica de estos carotenoides con actividad de provitamina A es el resultado de su conversión a vitamina A por el organismo. Al oxigenarse los carbonos —C=C— de la mitad de la cadena alifática en el intestino delgado, con la consiguiente división de la molécula en ese punto, se originan dos moléculas de vitamina A. Su transformación en vitamina A se produce en la pared intestinal. Se absorbe y pasa a almacenarse en el hígado, desde donde se va eliminando por hidrólisis hacia el torrente circulatorio. Mantiene un equilibrio fisiológico con la vitamina D y con la E, que puede romperse por la sobredosis de alguna de ellas, desencadenando acciones antagónicas.

La razón principal del extendido interés por el β -caroteno son las evidencias epidemiológicas y experimentales que relacionan esta vitamina con la prevención y con el tratamiento del cáncer. La mayoría de estos estudios sugieren que, una ingesta de betacaroteno superior a la media tiene un efecto protector.

Existen carotenoides sin actividad provitamínica A, de gran importancia como antioxidantes de los radicales libres. Se puede citar al licopeno, carotenoide mayoritario del tomate y la sandía y responsable de su color rojo.

Según el programa europeo de investigación Euramic sobre enfermedades coronarias, realizado en 10 países europeos y patrocinado por la Comisión Europea, el licopeno, es un antioxidante que se encuentra de forma natural en el tomate, y que reduce el riesgo de infarto de miocardio.

Se tienen resultados epidemiológicos que relacionan la ingesta de este carotenoide con una reducción de los cánceres del aparato digestivo y de la próstata. Así mismo su ingestión regular, posee efectos protectores frente al riesgo de enfermedades coronarias, una de las principales causas de mortalidad en países desarrollados.

El estudio, coordinado por el profesor Leonore Kohlmeier del Instituto de Epidemiología de Berlín, se realizó analizando el tejido adiposo de pacientes de menos de 70 años que ya habían padecido una primera crisis cardíaca, comparándolo con el de otros hombres sanos de su misma comunidad y características. Los resultados, publicados en el *American Journal of Epidemiology*, fueron sorprendentes, ya que con anterioridad se pensaba que se trataba de otro carotenoide más que no ofrecía grandes novedades con relación a los conocidos. El β -caroteno es el mejor protector del sistema coronario. En esta investigación se descubrió que ciertos órganos, como el corazón, absorben selectivamente y con mayor eficacia el licopeno que otros antioxidantes, por lo que su efecto beneficioso es superior. Se vió que los consumidores de tomates sufrían menos ataques cardíacos.

El efecto protector es especialmente relevante en los individuos con una mayor reserva de grasas poliinsaturadas en el cuerpo. Se pone así

de manifiesto nuevamente, las bondades de la dieta mediterránea para evitar enfermedades coronarias, aunque como hemos visto, no basta con consumir verduras y frutas en general, que proporcionan β -caroteno y otros carotenoides necesarios, sino que hay que garantizar la ingesta de una dosis suficiente de licopeno vía el tomate y sus derivados.

9.1. Los Antioxidantes en los Alimentos Funcionales

Las células están sometidas a una amenaza continua por la presencia de moléculas de oxidantes y de radicales libres tales como: alcoxí, hidroxí, hipoclorito, peroxi, peróxido de hidrógeno, oxígeno libre, superóxido, que se generan en el medio celular como consecuencia de las autooxidaciones, radiaciones, o por las actuaciones de algunas oxidasas, dehidrogenasas y peroxidasas. Además de los de otros orígenes, están los que provienen del humo del tabaco, de los disolventes, los pesticidas, el aire hiperoxidado, así como determinados contaminantes, entre los cuales se puede encontrar el ozono. Los radicales libres pueden dañar mucho los sistemas biológicos. Amenazan a una gran variedad de estructuras y de moléculas tales como las funciones sulfhídricas y los puentes de «disulfuro» de las proteínas, los ácidos nucleicos, las enzimas que contienen iones metálicos de transición y/o las membranas lipídicas.

Los antioxidantes previenen los efectos negativos de los radicales libres sobre las células y los tejidos, disminuyendo el riesgo de cáncer y de enfermedades cardíacas. Al evitar la oxidación y citotoxicidad de los LDL «in vitro», disminuyen la aterogenicidad. Parece estar demostrado (Bello 1997), que la mortalidad debida a enfermedades cardiovasculares, resulta inversamente proporcional al denominado «índice antioxidante acumulativo» (IAA), que se define según la ecuación siguiente:

$$\text{IAA} = (\text{Vit.E})(\text{Vit.C})(\beta\text{-Carot})(\text{Selenio}) / (\text{Colesterol})$$

Las vitaminas C, E y los beta-carotenos, que previenen la oxidación del colesterol LDL reducen el riesgo de alteraciones coronarias.

Tabla 4

Agentes antioxidantes, según Strain y col. (57)

ANTIOXIDANTE	DÓNDE SE ENCUENTRA (fuentes)
Vitamina C (ácido ascorbico)	Grosellas, pimienta verde, guayaba, calabazas, guisantes, fresa, kiwi, frutos cítricos, papaya, coles de Bruselas, patatas nuevas.
Vitamina E	Boniatos, espinacas, brécol, legumbres, col rizada, tomates, espárragos, hierbas.
Carotenos	Zanahorias, boniatos, hierbas, calabaza, espinacas, guisantes, col rizada.
Licopeno	Guayaba, uva rosada, tomates.
Luteína y zeaxantina	Col rizada, espinacas, hierbas, guisantes, apio, cebolletas, puerros.
Flavonoides	Cebollas, fresas, piñas, frutos cítricos, guisantes.
Isoflavonas	Legumbres, especialmente semillas de soja y productos obtenidos de las semillas de linaza.
Comps. Órgano sulfurados	Vegetales del género <i>allium</i> : ajo, cebollas, cebolletas, puerros.
Ubiquinol	Judías, ajos, espinacas.
Cobre	Legumbres, setas, aceitunas, calabazas, aguacates, zarzamora, grosella, kiwi, uvas, mangos, guayaba, plátanos, frambuesas, ciruelas, espárragos, patatas.
Manganeso	Remolacha, zarzamora, piñas, legumbres, espinacas, guisantes, plátanos, frambuesas.

La oxidación supone transferencia de electrones, es decir, pérdidas de cargas negativas. Se produce mediante la participación de enzimas (catalasas y deshidrogenasas) que se encuentran en las mitocondrias y actúan en varias etapas de la cadena respiratoria.

Los antioxidantes son sustancias químicas con acciones preventivas frente al estrés oxidativo.

9.2. Funcionalidad alimenticia de algunos elementos minerales

A continuación (Tabla 5) se inserta una lista de sustancias minerales que generalmente se consideran elementos esenciales en la composición de los Alimentos Funcionales. El «Code of Federal Regulation de los EE.UU., recomienda en estos casos, unas «Buenas Prácticas de Fabricación» y exige que las cantidades que se añadan a los alimentos, no excedan los límites de lo saludable para las cantidades de alimentos que se puedan ingerir.

TABLA 5
Los Minerales y sus funciones

<i>Mineral (anión o catión)</i>	<i>Funciones principales (resumen)</i>
Calcio	Contracción del músculo; coagulación de la sangre; tensión vascular; masa ósea/dentaria. Fuentes: leche y derivados.
Magnesio	Transmisión del impulso nervioso en la placa motora; Mecanismo de relajación del músculo; activador de enzimas. Fuentes: Verduras, hortalizas, legumbres, carnes.
Fósforo o fosfatos	Estructuras óseo /dentaria; formación de ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas y trifosfato de adenosina; forma parte de varias moléculas de enzimas importantes. Fuentes: Carnes, pescados, leche y derivados; legumbre, frutas y verduras.
Azufre	Activador enzimático (coenzima A, glutatión, vitaminas). Fuentes: Carnes, pescado, huevos, guisantes, coliflor.
Hierro	Formación de hemoglobina; oxigenación celular; mioglobina oxigenación de la fibra muscular; Citocromos; ferritina:reserva. Fuente: Carnes; pescado; yema de huevo; vegetales.

TABLA 5 (Cont.)
Los Minerales y sus funciones

<i>Mineral (anión o catión)</i>	<i>Funciones principales (resumen)</i>
Cinc	Componente de enzimas importantes: anhidrasa carbónica y fosfatasas alcalinas; se sospecha que juega un importante papel en la respuesta inmune. Crecimiento infantil. Fuentes: Carnes, pescados, huevos, cereales.
Selenio (58)	Múltiples funciones dependiendo de las actividades de las proteínas que lo contienen; los enzimas selenio-glutatión-peroxidasas, forma parte del sistema de defensa antioxidante del organismo. Se sabe que existen por lo menos, cuatro, que actúan en diferentes compartimentos celulares. Fuentes: Carnes, pescados, lácteos, nueces de Brasil, lentejas, aguacates y otros alimentos naturales.
Flúor	Evita la desmineralización ósea y las caries dentarias. Fuentes: aguas duras, pescado de mar.
Yodo	Como constituyente de la tiroxina en el tiroides. Fuentes: moluscos, pescado, crustáceos, cefalópodos.
Cobre	Componente de muchos anezimas; energía mitocondrial; síntesis de melanina. Fuentes: Hígado, riñón, chocolate, nueces, cereales.
Cromo, molibdeno, vanadio, manganeso	Metabolismo de la glucosa (Cr), forma parte de algunos enzimas (Mo) y (Mn); interviene en el metabolismo de los lípidos (V), etc. Fuentes: Carnes, pescados, legumbres, cereales.

10. EL FUTURO DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

La base más sólida del éxito de los productos funcionales está en su seguridad y su eficacia demostrada (59). Esta demostración se efectúa

de una manera científica, mediante la realización de ensayos, que al principio se realizan en experimentación animal, si se dispone del modelo adecuado, y finalmente en ensayos clínicos en humanos.

Si hay evidencia científica de que el producto ejerce las acciones beneficiosas que el fabricante le atribuye, debe compararlas, cualitativa y cuantitativamente con la que ejercen los productos de la competencia, para establecer la novedad que ofrece, y demostrarlo ante las autoridades sanitarias (60). Si esto se cumple el consumidor progresivamente lo usará más y recomendará su utilización.

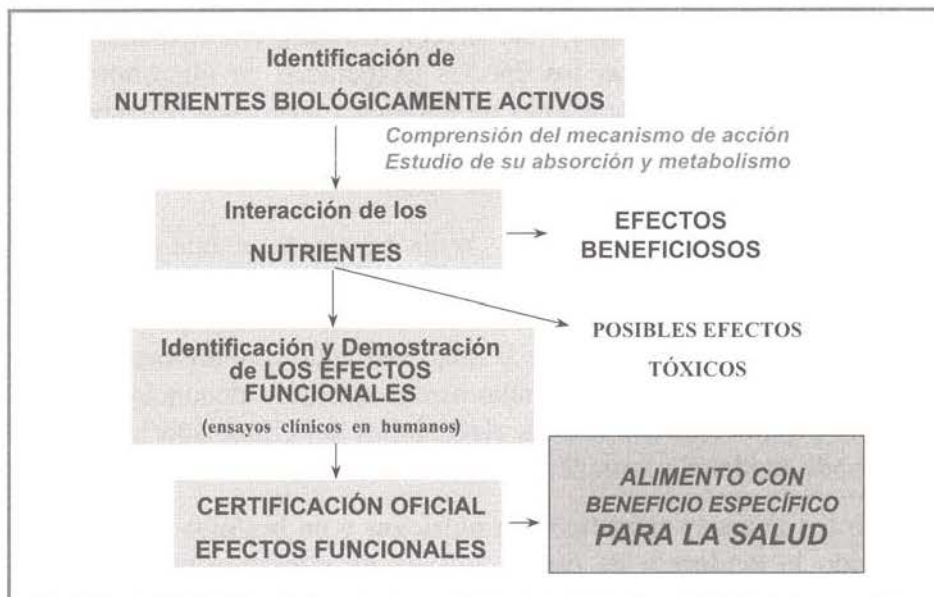


Figura 8. Desarrollo de Alimentos Funcionales.

Después de que se completaran los estudios clásicos para determinar los contenidos calóricos de los alimentos y se diferenciarán los correspondientes a los distintos macronutrientes: carbohidratos, proteínas y lípidos, la investigación en química orgánica demostró que los principios alimenticios están constituidos por moléculas de esa naturaleza. Se descubrieron las vitaminas como micronutrientes que podían tratar y curar enfermedades deficitarias debidas a las insuficiencias en esos constituyentes. A partir de 1970, se demostró que, con las dietas em-

pleadas en los países industrializados, difícilmente se podía encontrar algún individuo con deficiencias clínicas debidas a los micronutrientes descubiertos hasta entonces.

Durante los años 1970-1980, se asiste a una revolución en las investigaciones sobre vitaminas y minerales en las dietas humanas. Se llega incluso a considerar que los aportes escasos de algunas vitaminas y minerales, podrían constituir factores de riesgo de numerosas enfermedades. Algunos estudios (61) hicieron pensar que los aportes insuficientes de hierro, podrían acompañarse de una disminución de la capacidad física al esfuerzo, de una reducción de la capacidad intelectual, o de un aumento de la susceptibilidad a las infecciones (62). Por otro lado, se ha visto que es preciso evitar los aportes exagerados de micronutrientes que pueden conducir a situaciones de intoxicaciones. Es preciso realizar los estudios de investigación pertinentes, para determinar los límites entre el beneficio y el riesgo para la salud.

La década de los años 1990 (Winkler) presenta una importante disyuntiva entre retórica y realidad. La mayor parte de los productos propuestos como Alimentos Funcionales eran alimentos «fortificantes», como las tradicionales vitaminas y minerales, que proporcionan un beneficio poco preciso. Por ello hubo varias quejas y denuncias porque tanto a la promoción, como a las alegaciones del etiquetado les faltaba la adecuada evidencia sustancial (63).

Pero los avances científicos en nutrición y en biología celular, han fortalecido la evidencia de que la ingesta de micronutrientes no solo previene los estados de deficiencia, sino que además posee el poder de optimizar el comportamiento físico y mental del individuo, y de reducir los riesgos de sufrir ciertas enfermedades e incapacidades (64, 65). Sin embargo, estos conceptos todavía se sustentan más en observaciones y estudios epidemiológicos que en ensayos clínicos, si se siguen protocolos científicos, relacionados con estos proyectos, se puede esperar que los alimentos funcionales del próximo siglo supongan un impacto importante en la salud individual y en la pública. En los últimos años han surgido nuevos acontecimientos y preguntas sobre la «realidad científica y la posible confusión creada por determinadas campañas de promoción» sobre las virtudes de determinados «Alimentos Funcionales». Hoy

sólo se les reconoce valor si se apoyan en investigaciones epidemiológicas y en los ensayos clínicos. Estos ensayos clínicos exigen el seguimiento estricto del protocolo estudiado y aprobado por las autoridades sanitarias, para permitir obtener datos veraces que respondan con evidencia científica a las necesidades de la situación fisiológica de un individuo, o de un colectivo. Así se sentarán las bases para que los alimentos funcionales del futuro puedan ser más importantes, y más numerosos.

Los estudios que se están realizando en los laboratorios de investigación de la «Gran industria alimentaria», se basan en: 1) Los descubrimientos del «Proyecto de Conocimientos sobre el Genoma Humano», 2) Avances en Ciencias de la Nutrición y 3) En la aplicación de la Biología molecular.

TABLA 6

Algunas de las bases científicas de investigación

1.º Ciencias de la nutrición	2.º Biología molecular y celular
3.º Avance de los estudios genéticos	4.º Vías metabólicas de los alimentos y relaciones con comportamientos

A continuación en la tabla 7, se muestran esquemáticamente se representan algunas de las fases principales necesarias para la investigación y para la obtención de Alimentos Funcionales, capaces de proporcionar beneficios sanitarios específicos.

TABLA 7

Esquema de los principios básicos seguidos en la investigación de los Alimentos Funcionales

1.º Selección y definición clara de los ingredientes biológicamente activos, especialmente de los fitoquímicos	2.º Desarrollo de las técnicas adecuadas para identificar y valorar la actividad en la materia prima y en el producto terminado
--	---

TABLA 7 (Cont.)

Esquema de los principios básicos seguidos en la investigación de los Alimentos Funcionales

3.º Estudiar experimentalmente sus propiedades físicas, químicas y biológicas	4.º Estudiar los procesos de absorción y de metabolismo del ingrediente; su cinética
5.º Estudiar por procedimientos acelerados, las estabildades del constituyente activo en la fórmula final, en distintas condiciones	6.º Valorar extensamente los hipotéticos efectos beneficiosos en modelo animal, preparándose para los ensayos clínicos
7.º Estudios de toxicidad aguda y crónica, en modelos adecuados de animales. Establecer las dosis mínimas y máximas en adulto y en niños sanos, así como en enfermos y en geriátricos si en ellos tuviera indicación	8.º Iniciar la experimentación clínica siguiendo el protocolo más científico posible, en adultos sanos. Estudiar las posibilidades de realizarlo con grupos de enfermos, de ancianos y de niños, e los casos en que se vaya a recomendar su uso en estas personas

Una rama de la investigación de los Alimentos Funcionales está concentrando sus esfuerzos en el estudio de los miles de componentes no nutritivos contenidos en los fitoquímicos de las frutas y hortalizas que la práctica ha demostrado que tienen efectos beneficiosos para la salud. Pero también, los herbolarios de oriente y de occidente están buscando cómo demostrar, por los métodos científicos estándar cuales de los componentes de sus «remedios» son responsables de las acciones «curativas» Además, se está mejorando el conocimiento de las bases genéticas de las características nutricionales de los productos procedentes de animales y de plantas.

Gracias a los avances científicos realizados actualmente, se puede modificar las características de las materias primas: se pueden aumentar sus propiedades beneficiosas, como las cantidades de isoflavona de las semillas de soja. No se consideran «sueños tecnológicos»; se trata de investigaciones con cierto grado de seguridad de inversión, puesto que muchos equipos ya están entrenados en manipulaciones genéticas análogas.

Es evidente que la investigación tiene sus riesgos: algunos de los proyectos de investigación fallarán, pero en otros se obtendrán éxitos. Es preciso realizar una programación racional, un estudio profundo con equipos de expertos, de cada plan de investigación y reducir al mínimo los fracasos. Aun cuando el proyecto de investigación dé resultado positivos, las respuestas de los mercados son otras incógnitas.

Consideraciones Comerciales

Los consumidores de alimentos funcionales, aumentarán cuando sean conocedores de las garantías que ofrece el fabricante. Los fabricantes se exigen más calidad cada día. Las exigencias establecidas como requerimientos mínimos para estos productos con frecuencia superan las exigidas por ciertas autoridades sanitarias. El haber realizado una labor completa de experimentación clínica, siguiendo protocolos adecuados para cada caso evita problemas y aumenta el prestigio.

Es responsabilidad de las autoridades sanitarias el conceder las aprobaciones de todo el material promocional (66) de forma análoga a como acontece con los medicamentos. En el pasado no siempre se ha seguido este camino, pero los nuevos descubrimientos y los avances tecnológi-



Figura 9. *Perspectivas de mercado.*

cos, hacen prever que en adelante, no habrá perspectivas de éxito para los alimentos funcionales que no cumplan con los requerimientos mínimos (68), o incluso con los más estrictos, exigidos por la firma que lo comercializa, que es quien sabe más sobre su producto.

Las distintas encuestas disponibles, demuestran que los consumidores continuarán insaciables ante productos que benefician la salud, y que además, sean fruto de la investigación en laboratorios de alta tecnología y calidad. Que demuestren las evidencias de sus efectos positivos en ensayos clínicos, bajo la vigilancia competente de las inspecciones sanitarias de los gobiernos y que cumplan con las regulaciones legislativas actualizadas (69). Los productos que existen actualmente, no siempre están basados en datos científicos. A veces se efectúan extrapolaciones extrañas basándose solamente en investigaciones puntuales, o a través de trabajos mecanísticos que muy a menudo solo deberían permitir extraer hipótesis.

Por otra parte, si no se dispone de suficiente información, los consumidores no admitirán los alimentos funcionales «preparados en las cocinas» de algunas empresas, que sin cumplir con los principios éticos y científicos adecuados, se atrevieran a lanzarlos al mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) WORLD HEALTH ORGANIZATION STUDY GROUP (1990) Nutrition and the prevention of chronic diseases, *R S* 797: 30-39.
- (2) DRENOWSKI, A. (1997): Emerging Research on DHA and the Brain US Conference, *Nutraceuticals Intl.* 2: num. 6 (Jun).
- (3) MILLER, S.A. (1997a): Developing a new food wholesomeness science to ensure food safety. *Food Technology* 51: 12, 62-65.
- (4) CHILDS, N.M. (1997): Foods that enhance health: Time to validate and Pursue *J Nutraceuticals, Functional and Medicals Foods* 1: 1-5.
- (5) WERKHOFF-P.; ROLOFF, M.; BAHRI, D. y ZUROWIETZ, V. (1997): DHA-Drink. *Fluessiges-Obst*, 65: 120-125.
- (6) RAVANI, S.A. (1996): Quality characteristics of raspberries and blackberries *Cereal Food World* 41: 10, 772-775.
- (7) BLOCH, A. y THOMPSON, C. (1997): Position of the American Dietetic Association: Phytochemicals and Functional Foods *J. of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods*. 1: 33-45.

- (8) RICHARDSON, D.P. (1996): Functional Foods-Shade and Grey; An industry perspective *Nutrition Review* 54: S174-S185.
- (9) ROBERTFROID, M. (1996): Chicori fructoolisaccharides: Functional Food Ingredients with prebiotic properties U.C.D. Seminar.
- (10) DUXBURY, D.D.; SWIENTEK, R.J. (1992): Food-Processing, EE.UU.A., 53 (3): 22-30.
- (11) DAVIDSON, S. y otros (1975): Human Nutrition and Dietetics pg.16. New York: Churchill Livingstone.
- (12) SIGER, A.J.; WERTHER, K. y NESTLE (1998): Improvements are needed in hospital diets to meet dietary guidelines for health promotion and disease prevention. *J of American Dietetic Association*. 98: 639-641.
- (13) NATIONAL CONSUMER COUNCIL (1997): Messages on Food, London. Y.
- (14) SALJI, J. (1994): Foods for the future *Food-Science & Technology-Today*; 8(3): 139-141.
- (15) CAMPDEN AND CHORLEY FOOD RESEARCH ASSOCIATION (1992): HACCP: A practical Guide. Technical Manual nº 38.
- (16) BRITISH MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND FOOD (1996): Draft Guidelines on Health claims on Foodstuffs.
- (17) NHS CENTRE FOR REVIEWS AND DISSEMINATION (1996): Undertaking Systematic Reviews of Research on Effectiveness.
- (18) HASLER, C.M. (1998): Functional Foods: Their role in disease prevention and health promotion *Food Technology* 52: 63-70.
- (19) MILLER, S.A. (1997b): Establishing tolerable upper limits for nutrient intake. *Food Technology* 51: 8, 164.
- (20) DANSBY, A.L. (1997). Media bytes of functional foods and supplements. *Food Technology* 51: 3-22.
- (21) ROSENMAN RH (1992): Diet in haste; repent and leisure. *The Biochemist* August-Sept.: 6-10.
- (22) BELLO, J. (1997): Principales ámbitos clínicos de aplicación de los alimentos funcionales o nutracéuticos *Alimentación Equipos y Tecnología* 16: 43-48.
- (23) CARROLL, K. (1991): Review of clinical studies on cholesterol-lowering response to soy protein Dietetics Association 91: 820-827.
- (24) SEELERT, K. (1992). Antioxidants in the prevention of atherosclerosis and coronary heart disease. *Internist Prax* 32: 191-199.
- (25) RIMERSMA, R.A. (1995): Dietary antioxidant vitamins and oxidative stress. Cardiovascular Research Unit. University of Edimburg.
- (26) BLOT, W.J. (1994): «Prevention of esophageal cancer: The nutrition intervention trials in Lixian, China. *Cancer Res*. 54(Supl.): 2029S.
- (27) CARDOCK, V.M. (1990): Meeting Report. Nitrosamines, food and cancer, Assessment in Lyon. *Food Chemistry and Toxicology* 28: 63-65.
- (28) DELNESTE, Y.; DONNET-HUGUES y SCHIFFIN, E.J. (1998): Functional Foods: Mechanisms of Action on Immunocompetent Cells. *Nutrition Review* 56: S93-S98.

- (29) MOREAU M.C., BISTTI, N. y DUBULQUOY, C (1998): Functional Foods; The Consumer, the Products and the evidence *The Royal Society Chemistry*, pg. 47-51.
- (30) WALFORD, R.L. (1992): The calorically restricted, low fat nutrient dense diet in Biosphere 2 significantly lowers blood glucose, total white cell count, cholesterol, and blood pressure in humans. *Proc Natl Acad Sci USA* 89: 11633-11537.
- (31) WARNER, R.; HUBER y KIM, K., SOOJA (1990): Dietary factors modulating the rate of aging, Functional Foods ed.I.Golberg pg.109-124.
- (32) NIGATA K. y otros (1995): Pyrazole derivatives and composition and methods of use as Maillard reaction inhibitors U.S. patent 5,453,514.
- (33) EKBLAD, U. (1992): «Maternal weight, weight gain during pregnancy and pregnancy outcome. *Int J Gynecology and Obstetrics* 39: 277-283.
- (34) HOFFPNER, D.W. y BONNETTE, R.E. (1998): Enrichment update on folic acid. *Cereal Foods World* 43, 5, 365-367.
- (35) HENDERSON, R.W. (1994): Aminosugar and glycosaminoglycan composition for the treatment and repair of connective tissue. U.S. patent 5,587,363.
- (36) HENDERSON, R.W. (1993): Glucosamine, chondroitin, and manganese composition for the protection and repair of connective tissue. U.S. patent 5,364,845.
- (37) EASTWOOD, M.A. y MORRIS, E.R. (1992): Physical properties of dietary fiber that influence physiological function. *American J Clinical Nutrition*. 55:436-442.
- (38) CRAIG, SAS. (1998): Polydextrosa as soluble fiber. Physiological and analytical aspects». *Cereal Food World* 43, 5: 370-376.
- (39) YAMADA, H. (1996): Contribution of pectin on health care. En Vise J y Voranger GJ Pectins and Pectinases. Elsevier Science.
- (40) JEZEQUEL, V. (1998): Curdlan: a new Functional beta-glucan *Cereal Foods World* 45, 5: 362-364.
- (41) SPIEGEL, J.E.; ROSE R.; KARABELL, P.; FRANKOS, V.H. y SCHMITT, D.F.: Safety and Benefits of Fructooligosaccharides as Food Ingredients *Food Technology*. 48: 85-89.
- (42) TOMOMATSU, H (1994): Health Effects of Oligosaccharides. *Food Technology*. October, pg.61-65
- (43) BEHALL, K.M.; SCHILFIELD, D.J. y HALLFRISCH, J. (1997): Effect of β -glucan level in oat fiber extracts on blood lipids in men and women. *J. American Coll of Nutrition*, 16: 1.
- (44) BRASSART, D.; SCHIFFRIN, E.; ROCHART, F.; OFFORD, E.; MACÉ, C. y NEESER, J.R. (1997): The future of Functional Foods: Scientific basis and future requirements SVIAL / ASIAT-ETH, Zürich Course: Humanernährung-Functional Food.
- (45) LERWIS, D.H. (1993): Nomenclature and Diagrammatic Representation of Oligomeric Fructans: A Paper for discussion. *New Phytology* 124: 583-594.
- (46) LÓPEZ-ALEGRET, P. (1997b): Alimentos Funcionales: prebiótico. *Alimentos Equipos y Tecnología*, Jun. 49-52.

- (47) HOLLINGSWORTH, P. (1997): Mainstreaming in healthy foods. *Food Technology* 51,3: 55-59.
- (48) REDDY, B.S. (1988): Effect of different levels of w-3 and w-6 fatty acids on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in F344 rats. *Cancer Research* 48: 6642-6647.
- (49) FISHER, S.M. (1992): Differential effects of dietary linoleic acid on mouse skin-tumor promotion and mammary carcinogenesis. *Cancer Research*, 52: 2049s-2054s.
- (50) ASHERIO, A.; RIMM, E.B.; STAMPFER, M.J. (1995): Dietary intake of marine n-3 fatty acids. *New English J. Medicine*. 332: 977-982.
- (51) SIMOPOULUS, A.P. y otros (1991): Health effects of w3 Polyunsaturated Fatty Acids in Seafoods. Vol 66, Basel: Karger.
- (52) BECKE, C.C.; KYLE, D.J. (1998): Developing Functional Foods Containing Algal Docosahexaenoic Acid. *Food Technology* 52: 68-71.
- (53) WATTENBERG, L.W. y otros (1989): Inhibition of N-nitrosodiethylamine-carcinogenesis by natural occurring organosulfur compounds and monoterpenes. *Cancer Research* 49: 2689-2692.
- (54) SHUGAR, J. and Kao (1984): Effect of gic and ceffeic acids on covalent binding of benzo (a) pyrene to epidermal DNA of mouse Skin in organ culture *International J. Biochemistry* 16: 571-573.
- (55) HALLIWELL, B. (1987): Oxidants and human disease: Some new concepts. *FA-SEB J*, 1: 358.
- (56) ANDLAUDER, W. y FÜRST, P. (1998): Antioxidative power of phytochemicals with special reference to cereals *Cereal Foods World* 43: 356-360.
- (57) STRAIN, J.J. y BENZIE, IFF. (1998): Antioxidants Nutrients, Functional Foods: The Consumer, The products and the evidence. Ed. Michèle J. Sadler y Michael Saltmarsh. 75-79.
- (58) MEDINA, D.; MUKHOPADHYAY y BANSAL, M.P. (1992): New approaches to study selenium chemoprotective properties In Breast Cancer: Biological and Clinical Progress, Doglioti L, Sapino A, y Bussolati G. Boston: Kluwer Academic Publisher. Pgs. 225-232.
- (59) MILNER, J.A. (1998): Do Functional Foods Offer opportunities to optimize nutrition and Health? *Food Technology*, 52: 24.
- (60) Regulation (EC): N° 258/97 of the European Parliament and the Council, concerning Novel Foods an Novel Ingredients. (1997) Off.J.of E.C.N° L 43 / 1.
- (61) WINKLER, J.T. (1996): Functional Foods: The Challenges for Consumer Policy, *Consumer Policy Review*, 6: 6.
- (62) HERCBERG, S. (1988): La carence en fer en nutrition humaine Technique et Documentation (Lavoisier) 203.
- (63) RIGHELATO, R. (1995): Functional Foods and Health Claims of Interest, Feedback, n.18.
- (64) BIOTECHNOLOGY AND BIOLOGICAL SCIENCE RESEARCH COUNCIL. (1997): Food Directorate Strateg.

DAVID MARTÍN-HERNÁNDEZ Y M.^a MONTAÑA CÁMARA HURTADO

- (65) BASU, J. (1996): Genetic Roulette. *Stanford Today* (Nov / Dec).
- (66) NATIONAL FOOD AUTHORITY (1996b): Review of the Food Standards Code: Concept Paper on Health and related Claims, Canberra, Australia.
- (67) RICHARDSON, D.P. (1993): Food Fortification. *Technology of Vitamins in Food*. Ed. Berry Ottaway. Blackie Academic and Professional 233-245.
- (68) ASHWELL, M. (1992): Tomorrow's Nutrition *Nutrition Bulletin* Suppl. 2: 54-71.