

LA NUTRICIÓN ES CON-CIENCIA

José Antonio Lozano Teruel
con la colaboración de
Pilar Roca Salom y Julián Castillo Sánchez



Título: *La Nutrición es Con-Ciencia*
Autor: José Antonio lozano Teruel
Murcia. Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones.
Imagen de portada: "Las naranjas bordes". de Pedro Cano
320 p.
Serie: Salud
ISBN: en trámite

2ª Edición Noviembre - 2011

Reservados todos los derechos. De acuerdo con la legislación vigente, y bajo las sanciones en ella previstas, queda totalmente prohibida la reproducción y/o transmisión parcial o total de este libro, por procedimientos mecánicos o electrónicos, incluyendo fotocopia, grabación magnética, óptica o cualesquiera otros procedimientos que la técnica permita o pueda permitir en el futuro, sin la expresa autorización por escrito de los propietarios del copyright.

© de los textos: José Antonio Lozano Teruel
© de las recetas: Raimundo González Frutos
Juan Luis Buitrago Pina



Depósito Legal: MU-689-2011
Impreso en España | Printed in Spain

Imprime: GLG Creativos.

6

Nutrición y Salud

6 Presentación.

En los capítulos anteriores hemos comprobado que los alimentos nos proporcionan los nutrientes que aportan la energía y los átomos que necesitamos para realizar nuestras actividades y para construir nuestras propias biomoléculas. Aparte de ello, ¿pueden los alimentos aportar elementos y/o sustancias para ayudar a mantenernos más saludables, a evitar que se desarrollen ciertas patologías o, incluso, a colaborar a la curación de las mismas?

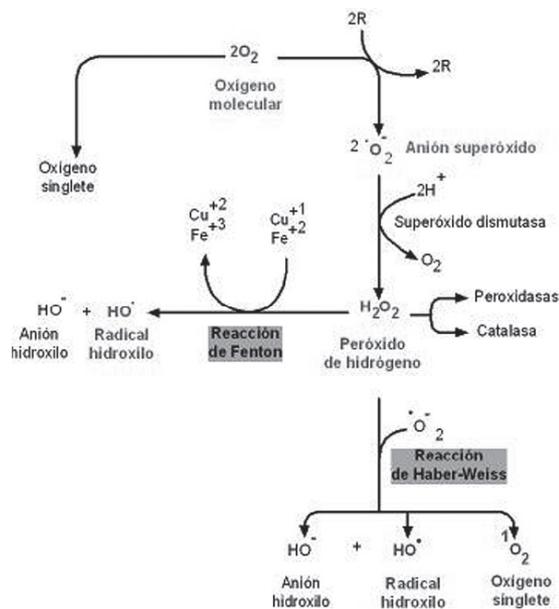
En este capítulo repasaremos estos temas, analizando el papel de los alimentos en la prevención y curación de algunas de las patologías más prevalentes así como las bases científicas de la consideración de algunos alimentos como saludables y finalizaremos comentando algunas dietas saludables.

6.1. El estrés oxidativo.

El ser organismos aerobios, con un metabolismo oxidativo que usa al

oxígeno como factor oxidante, nos ha proporcionado a los seres vivos aerobios, entre los que nos encontramos los humanos, unas grandes ventajas para metabolizar de un modo energéticamente muy conveniente grasas, proteínas y carbohidratos. Sin embargo, ello comporta un costo ya que el oxígeno es un elemento altamente reactivo, que favorece la formación de especies potencialmente dañinas, las especies oxigenadas reactivas (EOR), algunas de ellas conocidas más popularmente como “Radicales Libres”. En todo caso, no podemos ignorar que también existe una producción fisiológica beneficiosa de radicales libres oxigenados que participan en las reacciones biológicas de defensa celular protagonizadas por las células macrófagos de nuestro sistema inmunitario, en determinados procesos de oxidación de xenobióticos e incluso en la regulación de la estructura de la fibra lisa del endotelio vascular.

Cuando un radical libre actúa sobre otra molécula, un nuevo radical libre se forma en el proceso, causando una reacción en cadena, por lo que, si los radicales libres no son desactivados miles de reacciones de radicales libres pueden ocurrir segundos después de la reacción inicial.



En la figura adjunta se puede observar la interrelación existente entre algunas de estas especies oxigenadas reactivas (oxígeno molecular, oxígeno singlete, peróxido de hidrógeno) y su subgrupo de radicales libres oxigenados (radical o anión superóxido, radical hidroxilo).

En general, las EOR, son capaces de atacar y modificar a una alta proporción de importantes y diferentes biomoléculas celulares, provocándoles la pérdida de su estructura y función. Causan deterioros en la estructura de carbohidratos y proteínas; su acción peroxidativa sobre los lípidos, modifica, entre otros, su papel en las membranas celulares y pueden alterar el material genético, lo que conlleva consecuencias mutagénicas y degradativas importantes.

Las EOR no son homogéneas en su acción, tienen efectos diferentes y específicas derivadas de su solubilidad, estructura química, etcétera. El daño celular causado por las EOR parece jugar un papel importante en el envejecimiento y en las enfermedades degenerativas de la edad, tales como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas, declinación del sistema inmunológico y disfunción cerebral, habiéndose relacionado con las EOR, al menos, 50 enfermedades diferentes.

En todo caso, la situación ideal para nuestro organismo sería la de que hubiese un control compensado de la producción y actuación de las EOR. Sin embargo nuestro sistema de defensa antioxidante que es muy completo y complejo, a veces resulta insuficiente. El término "estrés oxidativo" se ha utilizado para denominar el desvío del balance en el equilibrio oxidar-antioxidar que puede darse como resultado de un incremento del metabolismo oxidativo provocado por muchos factores, algunos bien conocidos, como el consumo de alcohol, de ciertos medicamentos, traumatismos, resfriados, infecciones, mala alimentación, toxinas, radiaciones o actividad física extenuante.

En estas situaciones de estrés oxidativo la reactividad de las EOR producen daños a nuestras células y ello se ha relacionado con la patogénesis de una gran variedad de enfermedades y, de un modo más claro, con las enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cánceres, enfermedades degenerativas y la aceleración del propio proceso fisiológico del envejecimiento.

Condiciones asociadas con daños oxidativos	
Artritis y enfermedades inflamatorias	Envejecimiento
Aterosclerosis	Esclerosis múltiple
Cáncer	Lesiones de la piel
Cataratas	Oxidación lipoproteica Neonatal
Diabetes	Pancreatitis
Disfunción pulmonar	Reacciones a medicamentos

Por su importancia, esta relación con el balance redox va a estar presente en buena parte de los comentarios que se expondrán a continuación sobre la influencia en el proceso salud-enfermedad de la naturaleza de los diferentes nutrientes, alimentos y componentes de los mismos, como son determinados fitoquímicos.

6.2. Nutrientes y salud.

Agua

El agua es uno de los componentes esenciales de nuestro organismo y sus niveles se encuentran muy regulados, siendo perjudiciales tanto sus valores elevados como bajos. Unos bajos niveles de agua provocan deshidratación y su acumulación puede dar lugar a edemas. La retención de agua en nuestro organismo aumenta la presión arterial al incrementarse el volumen sanguíneo. Así ocurre con muchas personas que ingieren una cantidad excesiva de sal (cloruro sódico) que favorece esa retención acuosa.

Existen en nuestro organismo diferentes mecanismos para controlar el balance hídrico, entre los que destacan la eliminación renal y la sensación de sed, de manera que si la ingesta de agua es excesiva el organismo responde aumentando su eliminación renal. Por el contrario cuando la ingesta de agua es insuficiente el organismo reacciona disminuyendo su eliminación y aumentando la sensación de sed. Por ello es importante una ingesta diaria adecuada de agua.

El agua en exceso puede eliminarse por vía renal (orina) y a través de la piel (sudor o transpiración) o por vía pulmonar (en forma de vapor de agua). Estas vías de eliminación pueden activarse por diferentes situaciones como temperaturas ambientales elevadas, la actividad física, etc.

Eliminación	Causa
Renal	Mayor consumo de proteínas y minerales
Piel	Aumento temperatura ambiental/corporal Mayor actividad física
Pulmonar	Mayor actividad física Mayor frecuencia respiratoria
Digestiva	Diversas patologías como diarreas, etc.

Algunas causas de aumento de eliminación de agua y vías por las que se realiza

El centro de la sed regula, mediante la mayor o menor sensación de sed, nuestra ingesta de agua, cuya homeostasis está gobernada por diversas hormonas como la hormona antidiurética (ADH), producida por el hipotálamo y liberada por la hipófisis; la aldosterona, producida en la corteza suprarrenal y el factor natriurético atrial liberado por las aurículas del corazón. La ADH aumenta el retorno de agua a la sangre y disminuye así la pérdida de agua. La aldosterona incrementa la reabsorción de iones sodio y de agua y la secreción de iones potasio. La producción de aldosterona es controlada por un circuito de retroalimentación negativa complejo que involucra niveles de iones potasio en el torrente sanguíneo y procesos iniciados en los propios riñones. A este circuito se lo conoce como sistema renina-angiotensina-aldosterona.

Resumen de la homeostasis del agua en varios escenarios de desequilibrio hídrico de ingesta o de eliminación del agua				
Ingesta	Respuesta fisiológica	Mecanismo de regulación	Respuesta fisiológica	Eliminación
Excesiva	↑Eliminación renal ↓Ingesta agua	↓ADH ↓Aldosterona + Centro sed	↓Ingesta agua	Déficit
Déficit	↑Reabsorción renal ↑Ingesta agua	↑ADH ↑Aldosterona - Centro sd	↑Ingesta agua	Excesiva

Carbohidratos

En el capítulo 2 sobre nutrientes se insistió en las ventajas del adecuado consumo de los carbohidratos debido a su fácil disponibilidad y metabolismo, su papel precursor de otras biomoléculas como lípidos y aminoácidos y su capacidad de proporcionar energía en condiciones anaerobias. Además, los niveles de glucemia deben mantenerse, entre otras razones, porque algunos órganos usan la glucosa como nutriente preferente y porque los productos metabólicos de los carbohidratos son precursores e imprescindibles para reponer las pérdidas de otros metabolitos necesarios para el buen funcionamiento de los procesos energéticos celulares (ciclo de Krebs). Por ello, la presencia de suficiente cantidad de hidratos de carbono es esencial para una dieta saludable y correcta.

Por contra, en el caso de enfermos que sufran diabetes de tipo I o de tipo II la ingesta de carbohidratos debe ser reducida y ajustada tal como se comenta posteriormente.

Lípidos

El exceso de grasas en la dieta es perjudicial para la salud ya que están implicadas en diferentes patologías como la obesidad, la aterosclerosis, cáncer, etc. No todas las grasas tienen el mismo efecto sobre la salud, de manera que su composición en los diferentes tipos de ácidos grasos, saturados monoinsaturados o poliinsaturados puede determinar que sus efectos sean diferentes. Mientras los ácidos grasos saturados (presentes en alimentos como la leche, carne y aceite de coco) son perjudiciales ya que incrementan demasiado los niveles de colesterol, los ácidos monoinsaturados (ácido oleico presente en el aceite de oliva) o los poliinsaturados (ácido linoleico y linolénico, en los aceites de semillas) disminuyen los niveles de colesterol en sangre.

El colesterol es una molécula clave y esencial en nuestras células por lo que el problema no es el de la ingesta o presencia de colesterol en el organismo humano sino su exceso, perjudicial para la salud. La colesteroemia o colesterol circulante en el plasma es el resultado final de una compleja y regulada homeostasis en la que intervienen su biosín-

tesis, su metabolismo, su excreción biliar y su reabsorción en el tracto digestivo. Todos estos factores están regulados por la edad del individuo, el sexo, los hábitos alimenticios, y en forma muy importante, por la genética.

Se acepta que aproximadamente un 80% del colesterol plasmático circulante está determinado por el genotipo del individuo, la edad y el estado fisiológico (como la menopausia en la mujer) y sólo el 20% restante tendría su origen en el nivel de ingesta de colesterol de la persona considerada. Por ello, el manejo exclusivo de los niveles plasmáticos de colesterol a través de la dieta sólo producirá modificaciones en ese 20% de colesterol controlable.

Afortunadamente, en la actualidad existen excelentes actuaciones farmacológicas que permiten lograr en casi todos los casos necesarios unos niveles adecuados de colesterolemia.

Los ácidos grasos omega-3 (n-3) como el eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA) que se encuentran en alimentos como la grasa del pescado, no poseen efectos apreciables sobre el colesterol circulante, pero dan lugar a la formación de compuestos que producen vasodilatación y disminuyen la agregación plaquetaria, lo que disminuye los riesgos de aterosclerosis.

Proteínas

Respecto a las proteínas y su relación con la salud el problema más importante y que afecta a una gran parte de la humanidad es el de la deficiencia de la ingesta proteica, que puede afectar gravemente (caso del kwashiorkor típico de los niños desnutridos y con grandes edemas del tercer mundo) tanto al desarrollo físico como al intelectual del niño así como a otras múltiples funciones, como el adecuado desarrollo del sistema inmunitarios.

Por el contrario, el exceso de ingesta proteica puede causar a largo plazo algunas alteraciones patológicas. Normalmente la ingesta excesiva de proteínas va acompañada del consumo de un exceso de grasa saturada, pues usualmente el exceso de ingesta proteica es consecuencia directa de un consumo excesivo de carnes.

Minerales

Tanto la deficiencia como el exceso de los distintos minerales pueden conducir a la aparición de una serie de trastornos orgánicos de diverso tipo. En la tabla se resumen, para los principales iones, algunas funciones principales, la necesidad de ingesta diaria, algunas patologías relacionadas, así como los alimentos que los contienen en mayor proporción.

	Funciones	Necesidades diarias	Patologías por deficiencias	Patologías por exceso	Fuentes
Calcio	Junto con magnesio, fósforo y vitamina D en formación de huesos y dientes. Fenómenos de transporte, actividad nerviosa y muscular, Acción energética del ATP. Con la vitamina K, para la circulación de la sangre y la curación de las heridas	0,8 g	Raquitismo, osteoporosis, osteomalacia, caries, irritabilidad, palpitaciones, retraso en la maduración sexual	Debilidad muscular, incluso muerte por déficit muy severo,	Leche y lácteos, tofu, huevos, frutos secos, carnes, pan entero de trigo, pipas de girasol, brócoli, semillas de sésamo, habichuelas, perejil, nabos. Levaduras, etc.
Cinc	Necesario como integrante de más de 100 proteínas diferentes	15 mg	Anorexia, Fatiga, pérdida de olfato y gusto, retraso en crecimiento, lenta cicatrización de las heridas	Desbalance metabólico de hierro, calcio, selenio, níquel, etc. Problemas gastrointestinales	Carne roja, hígado moluscos, habas, nueces
Cloro	Fenómenos de transporte, jugo gástrico, activador de enzimas, peptidasas y otras	0,75 g	Calambres musculares, deshidratación	Vómitos, fiebre, náuseas, diarreas	Aceitunas, algas
Cobre	Necesitado para muchas enzimas, junto con hierro para formar hemoglobina, y para la formación del pigmento melanina que colorea la piel y el cabello, esencial para la utilización de la vitamina C	1,15 mg	Diarrea, debilidad general, Malformaciones óseas y dérmicas, pérdida del color del cabello, anemia, pérdida del sentido del gusto, Aumento de la presión sanguínea, etc.	Enfermedad de Wilson (genética), depresiones, diferentes enfermedades mentales (junto a deficiencias de azufre)	Hígado, ostras, sardinas, semillas de girasol, cacahuetes, hongos, ciruelas secas, judías, cereales, granos, harina entera de trigo, frutos secos, pan, coco.

	Funciones	Necesidades diarias	Patologías por deficiencias	Patologías por exceso	Fuentes
Cromo	Metabolismo glucosa e insulina	30-50 mg	Intolerancia a la glucosa	Cromo (6) produce dermatitis y es carcinógeno	Carnes, granos enteros, cereales, nueces, manzanas, cacahuetes, plátanos, brócoli, especias
Flúor	Mineralización; endurecimiento de esmalte; antibacteriano	4 mg	Caries dental	Dientes moteados, aumento densidad ósea, alteraciones neurológicas, náuseas, diarreas	Te, pollo, sardinas, salmón, bacalao, vacuno, gambas, mariscos
Fósforo	Combinado con el calcio para formar huesos y dientes. También participa en el uso del complejo de vitaminas B.	700 mg (fosfato)	Ansiedad, pérdida apetito, dolor y fragilidad ósea	Su exceso deteriora el balance de calcio/fósforo y causa deficiencia de calcio en el cuerpo. Fatiga, respiración irregular, etc.	Mariscos, carnes, queso, pescados, nueces, legumbres, harina entera de trigo, judías, pan, lentejas, verduras verdes, frutos secos, bebidas carbónicas, etc
Hierro	Formación de hemoglobina y citocromos de la cadena respiratoria	10 mg y hasta 30 mg en embarazadas	Anemia, fatiga, palidez, debilidad, uñas quebradizas, problemas respiratorios, otras enfermedades.	Hemocromatosis, cirrosis hepática	Más asimilable el de la carne que el de origen vegetal: Lentejas, avena, ciruelas, pasas, pan entero de trigo, albaricoques, higos, granadas, habichuelas, etc
Magnesio	Trabaja en conjunción con el calcio y fósforo como componente de los huesos. El balance del calcio y el magnesio es esencial	315 mg	Latidos cardiacos irregulares, insomnio, ansiedad, nerviosismo, fatiga, dolor muscular, temblor, apatía, depresión, migrañas	Desórdenes cardiovasculares, piel seca, dolor en articulaciones, hipotensión, diarrea, osteoporosis	Nueces, almendras, trigo germinado, tofu, lentejas, harina entera de trigo, mariscos, verduras oscuras, frutas, etc.
Manganeso	Control de radicales oxigenados (superóxido dismutasa)	4 mg	Alteración de la motilidad, vértigo, pérdida de audición	Envenenamiento en las minas de manganeso: enfermedad generalizada del sistema nervioso, Parkinson	Granos, frutos, vegetales
Potasio	Activación de enzimas, neurotransmisión, bomba sodio/potasio	1,6-2,0 g	Músculos débiles, reflejos pobres, estreñimiento	Debilidad muscular, muerte	Frutas, vegetales

	Funciones	Necesidades diarias	Patologías por deficiencias	Patologías por exceso	Fuentes
Sodio	Cofactor de enzimas, sistemas de transporte, neurotransmisión, bomba sodio/potasio	0,5-2,4 g	Calambres musculares, deshidratación	Retención fluidos, hipertensión	Cereales, lácteos, carnes
Yodo	Función del tiroides, regulador metabólico	0,15g	Cretinismo, bocio, alteraciones cerebrales, obesidad, piel y cabello seco	Efecto antitiroideo	Verduras verdes, sal marina, algas, cebollas, cereales, etc.

Vitaminas

La dieta debe contener las vitaminas en la cantidad adecuada. Si alguna escasea, los procesos metabólicos en los que participa no se efectuarán eficientemente, apareciendo problemas de gravedad variable. Las principales fuentes de vitaminas para el hombre son los vegetales (frutas, verduras, cereales, etc.) y sus derivados, aunque algunas carnes y pescados, así como huevos y leche, son ricos en determinados tipos de vitaminas. Por tanto, una alimentación variada y equilibrada debe aportar las vitaminas necesarias en cantidad y calidad. Sin embargo, el tratamiento o procesamiento de los alimentos, especialmente los de origen vegetal, puede alterar sustancialmente su contenido vitamínico. Así, la eliminación de la piel de determinados frutos o cereales, la cocción de verduras o el troceado excesivo de la fruta, disminuyen su riqueza vitamínica.

Algunos grupos de población necesitan un aporte vitamínico superior a la media. Los niños, que están creciendo, precisan un mayor aporte de nutrientes. Las embarazadas requieren cantidades extra de vitaminas A, C, B₁, B₆ y ácido fólico. Los ancianos que sufren desequilibrios en sus hábitos alimenticios, o presentan alteraciones en la absorción gastrointestinal de vitaminas, también precisan suplementos vitamínicos. Los fumadores demandan un mayor aporte de vitamina C, ya que la consumen más rápidamente. Los alcohólicos crónicos suelen presentar alteraciones digestivas, que limitan la absorción de vitaminas, o problemas hepáticos. Ambos hábitos requieren una suplementación vitamínica, en especial de tiamina, piridoxina y ácido fólico ya que el hígado es el

lugar más importante de activación y almacenamiento de vitaminas. En algunos regímenes dietéticos debe tenerse en cuenta que la eliminación de ciertos alimentos de la dieta puede trastornar el equilibrio de vitaminas que el organismo necesita. Globalmente, se puede asumir que una dieta inferior a 1.500 Kcal/día no suele cubrir los requerimientos vitamínicos mínimos.

La carencia grave de una vitamina o grupo de vitaminas da lugar a las avitaminosis, mientras que las situaciones de aporte de vitaminas inferior al requerido se conocen como hipovitaminosis. Ambos estados están asociados a una serie de síntomas más o menos graves, dependiendo de su grado y de la(s) vitamina(s) en cuestión. Las hipovitaminosis no suelen darse en personas que siguen una dieta equilibrada y son más frecuentes en países subdesarrollados, como consecuencia de desnutrición o alimentación incompleta. Por contra, las hipervitaminosis o acumulación excesiva de una determinada vitamina son muy raras, y se producen en el caso de las vitaminas liposolubles, ya que las hidrosolubles se excretan fácilmente sin acumularse en ningún tejido.

Debido a que las vitaminas hidrosolubles se incorporan a coenzimas que participan en rutas catabólicas generadoras de energía o en procesos biosintéticos, su deficiencia afecta fundamentalmente a los tejidos de crecimiento rápido (mucosas, hematopoyético, etc.) o con un consumo continuado de energía, como el sistema nervioso. La carencia grave de tiamina se conoce como beriberi y provoca alteraciones neuromusculares y oculares. El déficit de niacina se denomina pelagra y cursa con dermatitis, diarrea e incluso demencia. La falta de ácido ascórbico conduce al escorbuto. La deficiencia en ácido fólico retarda la maduración de los eritrocitos, lo que puede provocar una anemia macrocítica o megaloblástica con presencia de hematíes grandes y frágiles. La anemia perniciosa asociada a alteraciones neurológicas se produce por deficiencia en vitamina B₁₂. Puesto que la absorción de la vitamina B₁₂ requiere una proteína secretada por el estómago, el factor intrínseco, la alteración de la secreción gástrica de dicha proteína produce la sintomatología de la anemia perniciosa, aunque exista un aporte oral adecuado de vitamina B₁₂.

Algunos casos de hipovitaminosis se pueden producir, pese a un consumo normal de vitaminas, por ingestión de compuestos que inactiven o alteran la asimilación de vitaminas concretas. Por ejemplo, la biotina se combina con una proteína presente en los huevos crudos, la avidina, dando un complejo que no se absorbe por el intestino. Algunos fármacos pueden afectar tanto a la absorción como a la biotransformación de determinadas vitaminas. Las personas en tratamiento con estos fármacos están también expuestas a alteraciones del equilibrio vitamínico. Por ejemplo, algunos anti-convulsivos inhiben la conversión de la vitamina D en su derivado activo y también aumentan las exigencias de ácido fólico y vitamina B₆; ciertos medicamentos para diabéticos afectan a las necesidades de vitamina B₆; los antibióticos a las vitaminas del tipo B y K, etc. En todas estas situaciones se recomienda un aporte vitamínico adicional. Cabe resaltar que mientras que los suplementos vitamínicos pueden evitar determinadas alteraciones, la utilización de coenzimas como tales en la dieta carece de significado terapéutico, pues la mayoría de ellas no pueden ser captadas por las células.

Las vitaminas liposolubles, por sus características de insolubilidad en agua, se almacenan en los tejidos grasos en cantidades limitadas de mayor o menor cuantía, movilizándose de sus depósitos corporales cuando el organismo las requiere o la ingesta haya sido inadecuada. Por ello, la ingesta de vitaminas liposolubles en grandes cantidades puede suponer un problema, al superar la capacidad de almacenamiento.

Vitaminas hidrosolubles	Función	Deficiencia	Exceso	Fuentes
B ₁ , tiamina	Crecimiento, función correcta del sistema nervioso, obtención de energía de los carbohidratos, adecuado rendimiento de los músculos, del corazón y del cerebro	Beriberi, alteraciones nerviosas periféricas, de la memoria, falta de atención, reducción de la capacidad mental, fatiga, pérdida del apetito, edemas, fallos cardíacos, flaqueza muscular	—	Arroz integral (el blanco no), judías, harina entera de trigo, extracto de levadura, alubias, germen de trigo, tofu, nueces, cacahuètes, avena, pan, lentejas
B ₂ , riboflavina	Procesos redox, en obtención de energía, fabricación de anticuerpos, regeneración sanguínea, funciones hepáticas, cardíacas oculares	Fisuras en la comisura de la boca, labios enrojecidos, afecciones en la piel, lesiones oculares, inflamación de la lengua	—	Aguacate, avellanas, escarola, espinacas, judías blancas, levadura de cerveza, nueces, perejil, plátano, melón
B ₃ , niacina	Obtención de energía, cabello saludable, producción de hormonas sexuales, metabolismo de proteínas, hierro y calcio	Pelagra, dermatitis, lesiones en la lengua, gastrointestinales, nerviosas y mentales. Diarrea demencia, alucinaciones, delirios, amnesia	Sonrojamiento facial, quemazón y picores alrededor del cuello, cara y manos	Calabaza, cacahuètes, levadura de cerveza, pimienta dulce, tofu, arroz integral, almendras, pipas de girasol
B ₆ , piridoxina	Formación de hemoglobina y anticuerpos en la sangre, metabolismo de aminoácidos y proteínas	Irritabilidad, convulsiones, temblores musculares, dermatitis perioculares, litiasis renal	—	Levadura de cerveza, judías, lentejas, bananas, tofu, nueces, avellanas
Ácido pantoténico	Salud de cabello, uñas y piel, formación de hemoglobina, ayuda al sistema inmunológico	Fatiga, trastornos del sueño, fallos en coordinación, náuseas (en mujeres)	—	Cereales, vacuno, champiñones, pollo, pavo, leche, semillas de girasol, arroz blanco
Ácido fólico	Metabolismo de aminoácidos (homocisteína), división celular, metabolismo y protección de ácidos nucleicos, antianémico, síntesis neurotransmisores	Anemia, anomalías gastrointestinales, diarrea, lengua roja	—	Hígado, cereales, harina de soja, pavo, pollo, garbanzos, alubias, lentejas, espinacas, aguacate
B ₁₂ , cobalamina	Poderoso antianémico, vital para la producción de hemoglobina, esencial para la división celular, crecimiento y obtención de energía de los carbohidratos, y sistemas nervioso y reproductivo	Anemia perniciosa, desórdenes neurológicos, cansancio, heridas en la lengua, indigestión, anemia megaloblástica, desórdenes nerviosos con degeneración de la espina dorsal e infertilidad femenina	—	Levadura de cerveza, leche de soja fortificada, brotes de alfalfa, miso
Biotina	Necesaria para 4 enzimas Catabolizante de grasas, carbohidratos y proteínas	Fatiga, depresión, náusea, dermatitis, dolores musculares	—	Huevo, germen de trigo, avena cocida, cereal de trigo, pancakes

Vitaminas hidrosolubles	Función	Deficiencia	Exceso	Fuentes
C Ácido ascórbico	Crecimiento óseo, curación de heridas, previene infecciones, funciones nerviosas y cerebrales, piel saludable, dientes, encías, cabello, glándulas adrenales, incrementa la absorción de hierro y colabora en la formación de la hemoglobina	Escorbuto, anomalías en piel, dientes, encías sangrantes hemorragias epiteliales, lenta curación de las heridas, depresión, dolor en las articulaciones	¿Litiasis renal?	Frutas (arándanos), brócoli, coles de Bruselas, cítricos, Espinacas y verduras verdes, patata, tomates, pimientos, pasas
Vitaminas liposolubles	Función	Deficiencia	Exceso	Fuente
Vit. A, retinol	Crecimiento, piel saludable, cabello, dientes, ojos, resistencia a infecciones, esencial para la visión	Xeroftalmia, ceguera nocturna, ceguera permanente, heridas en la boca y en las encías, baja resistencia a las enfermedades, problemas de piel, ceguera nocturna, caspa, caída de las uñas	Dolor de cabeza, vómitos, descamación piel, anorexia, hinchazón huesos largos	Zanahorias, tomates, espinacas, pasas, ciruelas, albaricoques, frijoles, judías verdes, perejil, peras, lechuga
Vit. D, colecalciferol	Esencial para mantener y movilizar el calcio y el fósforo en el organismo, funcionamiento sistema nervioso corazón, piel, tiroides	Raquitismo infantil, deformaciones óseas, osteomalacia en adultos	Vómitos, diarrea, pérdida peso, trastornos renales	Radiación solar
Vit. E, tocoferoles	Componente de todas las membranas celulares, baja la presión sanguínea, músculos saludables, reduce el colesterol en la sangre, ...	Anemia, esterilidad	¿Toxicidad hepática?	Aceites vegetales, vegetales, nueces, granos, legumbres, carne, lácteos
Vit. K, filoquinona	Función específica de coagulación sanguínea	Deficiencias condicionadas asociadas a grandes hemorragias, hemorragias internas. Difícil que pueda ser insuficiente, ya que los microorganismos intestinales la proporcionan	Relativamente atóxica- Las sintéticas a dosis altas pueden producir ictericia	Avena, patata, zanahoria, col, coliflor, guisantes, espinacas, soja, trigo, fresas
Vit. F	Nutre la piel, colabora con la vitamina D, vital para las membranas celulares, fibras nerviosas, células cerebrales, y para el funcionamiento normal de los órganos reproductivos	Eczema (enrojecimiento y descamación de una parte de la piel), granos y acné, diarrea, pérdida de peso, caspa, sequedad en uñas y cabello		Levadura de cerveza, soja, cacahuete, pistachos, lentejas, garbanzos, cereales (trigo, centeno, maíz, arroz), nueces, coliflor, almendras, pimientos, patatas, semillas, coco,

Enfermedades producidas por carencias o excesos en la ingesta de vitaminas

6.3. Regulación del estrés oxidativo.

Antioxidantes

Afortunadamente, en nuestro organismo la generación de radicales libres puede ser controlada de forma natural por los antioxidantes (endógenos y exógenos) que pueden ser capaces de estabilizar y/o desactivar a los radicales libres, incluso antes de que ataquen a las células. Los antioxidantes son absolutamente críticos para mantener el óptimo funcionamiento celular, la salud sistémica y el bienestar general.

Los antioxidantes exógenos forman parte de la composición de nuestros alimentos, pueden actuar sinérgicamente y son muy variados: vitamina C, vitamina E, ácido alfa-lipoico, coenzima Q, beta-caroteno, glutatión, flavonoides, carotenoides, así como otros numerosos fitoquímicos presentes en una amplia variedad de plantas comestibles. Cada tipo diferente de EOR puede ser neutralizado por un grupo específico de antioxidantes, tal como se indica en la tabla.

EOR	Antioxidantes específicos
Radical hidroxilo	Vitamina C, glutatión, flavonoides, ácido alfa-lipoico.
Radical superóxido	Vitamina C, glutatión, flavonoides, superóxido dismutasa.
Peróxido de hidrógeno	Vitamina C, glutatión, beta-caroteno, vitamina E, coenzima Q, flavonoides, ácido alfa-lipoico.
Peróxidos lipídicos	Beta-caroteno, vitamina E, coenzima Q, flavonoides, glutatión peroxidasa.

Diversos EOR y sus antioxidantes naturales

En el caso de los antioxidantes endógenos se suman nuestras propias enzimas antioxidantes, catalasa, glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa (SOD), que metabolizan diversos tóxicos oxidativos intermediarios y que se caracterizan por requerir para su adecuada actividad catalítica de la participación de cofactores minerales como selenio, hierro, cobre, zinc y manganeso. Por ello, es lógico deducir que una

insuficiente ingesta de estos minerales traza, podrían comprometer la eficacia de esos mecanismos de defensa. Por otra parte diversos datos experimentales confirman que el consumo y la absorción de esos minerales disminuyen a medida que se envejece y que los métodos de agricultura intensivos han ocasionado una significativa disminución de los mismos en nuestros suelos y en los productos agrícolas que se cultivan en ellos.

<p style="text-align: center;">Antioxidantes Endógenos</p> <p>Bilirrubina; tioles, por ej., glutatión, ácido alfa lipoico, N-acetil cisteína; NADPH y NADH; ubiquinona (coenzima Q10); ácido úrico; Enzimas:</p> <ul style="list-style-type: none">-Superóxido dismutasa dependiente de cobre y zinc-Id. de cinc y manganeso-Catalasa dependiente de hierro-Glutatión peroxidasa dependiente de selenio <p style="text-align: center;">Antioxidantes de la Dieta</p> <p>Vitamina C; Vitamina E; Beta-caroteno y otros carotenoides y oxicarotenoides, por ej, licopeno y luteína; Polifenoles, por ej., flavonoides (flavonas, flavanonas, flavonoles, catequinas y proantocianidinas).</p> <p style="text-align: center;">Proteínas ligantes de metales</p> <p>Albúmina (cobre), ceruloplasmina (cobre), metalotio-neína (cobre y zinc), ferritina (hierro), mioglobina (hierro), transferrina (hierro).</p>

Antioxidantes naturales endógenos y exógenos

Los humanos también poseemos otras macromoléculas, como las proteínas ligantes de metales, ferritina, lactoferrina, albúmina y ceruloplasmina, que secuestran al hierro libre y a los iones de cobre, iones que son capaces de catalizar reacciones oxidativas y transformaciones entre radicales libres. Asimismo disponemos de metabolitos antioxidantes como el glutatión, un importante tripéptido soluble en agua, sintetizado a partir de los aminoácidos glutamato, cisteína y glicina.

El glutatión directamente capta las EOR tales como peróxidos lípidos y también juega un papel importante en el metabolismo xenobiótico. La exposición del hígado a sustancias xenobióticas favorece reacciones oxidativas debido a la intensificación de la actividad de algunas de nuestras enzimas desintoxicantes hepáticas, por ejemplo, la citocromo oxidasa P-450 de funciones mixtas. Por ello, cuando una

persona está expuesta a altos niveles de xenobióticos, se necesita más glutatión para realizar la conjugación, que constituye un paso determinante en los procesos de desintoxicación corporales. La consecuencia es que queda menos glutatión del necesario para servir como un antioxidante.

El ácido alfa-lipoico una sustancia azufrada con grupos sulfhidrilo reductores, es otro poderoso antioxidante endógeno, relacionado con enzimas clave del metabolismo energético oxidativo. El ácido alfa-lipoico y el ácido dihidrolipoico (DHHLA), su forma reducida, son capaces de captar los radicales libres tanto en medios lipídicos como acuosos y, asimismo, pueden enlazar (“quelatar”) metales pro-oxidativos, por lo que se les ha llegado a considerar como antioxidantes universales.

Bastantes investigaciones sugieren que los antioxidantes suelen poseer efectos compartidos, sinérgicos o protectores respecto a otros antioxidantes.

Fitoquímicos

En nuestros alimentos existen otras numerosas y eficaces sustancias antioxidantes además de los minerales y las vitaminas antioxidantes como la C y la E.

Es el caso de los fitoquímicos, un amplio grupo de moléculas componentes no nutritivos de los vegetales, que pueden contribuir al sabor, aroma y color de los alimentos, pero cuya importancia radica en que están dotados, individual o sinérgicamente, de una potente acción antioxidante.

Entre los efectos descritos relativos a algunos fitoquímicos figuran su capacidad para prevenir algunas malignizaciones, reducir el grado de oxidación del colesterol plasmático, actuar como agentes antitrombóticos o ser capaces de prevenir el desarrollo de la osteoporosis.

En la tabla adjunta se puede observar la gran variedad de familias diferentes de sustancias que se agrupan dentro de los fitoquímicos, así como su amplia distribución.

Localización y naturaleza de algunos fitoquímicos vegetales	
Allium (ajo, cebollas..)	Sulfuros de alilo
Crucíferas (brócoli, coliflor, col, col de Bruselas...)	Indoles/glucosinolatos, sulfofurano, Isotiocianatos, tioles
Solanáceas (tomates, pimientos...)	Licopeno
Umbelíferas (zanahorias, apio, cilantro, perejil...)	Carotenoides, poliacetilenos
Compuestas (alcachofas..)	Silimarina
Citricos (naranjas, limones, pomelos...)	Monoterpenos (limoneno), carotenoides
Otras frutas (uvas, bayas, cerezas, manzanas, melones...)	Ácido elágico, fenoles, flavonoides (quercetina)
Alubias, granos, semillas (soja, avena, arroz moreno, trigo entero...)	Flavonoides (isoflavonas), ácido fítico, saponinas
Hierbas y especias (jengibre, menta, romero, orégano...)	Gingeroles, flavonoides, monoterpenos, oregonina
Raíz de regaliz, te verde...	Glicirricina, catequizas, galatos

Localización y tipos de fitoquímicos

Repasemos las características principales de los principales fitoquímicos.

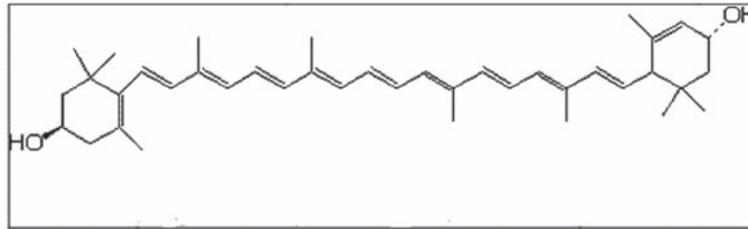
Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos propios de las plantas y otros organismos fotosintéticos como algas y algunos hongos y bacterias. Muy variados, existen más de 700 diferentes carotenoides.

Se incluyen dentro de los tetraterpenos, compuestos caracterizados por una estructura con 40 átomos de carbono, formando cadenas de dobles enlaces conjugados (esos dobles enlaces son los responsables de sus coloraciones, desde amarillo claro a rojo oscuro, pasando por otros, como el verde).

El licopeno, que confiere su color rojo al tomate contiene 11 enlaces dobles conjugados, mientras que el caroteno, de las zanahorias es el origen de su color anaranjado brillante. Los carotenoides son también los responsables del color rosado del flamenco y del salmón, o del rojo de las langostas.

A los carotenoides que contienen átomos de oxígeno se les denomina xantofilas y al resto se les conoce como carotenos.



La luteína es un carotenoide típico hidroxilado

Clases de carotenoides		
Familias	Carácter	Denominación
Carotenos	Provitamínicos	α -caroteno β -caroteno γ -caroteno
	No vitamínicos	licopenos fitoenos fitoflueno
Xantofilas	Provitamínicos	β -criptoxantina
	No vitamínicos	luteínas zeaxantina cantaxantina equinenona

Los animales son incapaces de sintetizar los carotenoides y deben obtenerlos a través de su dieta, siendo estos compuestos importantes por su función biológica como pro-vitamina A y como antioxidantes.

Compuestos fenólicos. Flavonoides

Los compuestos fenólicos y polifenólicos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y, químicamente, suelen caracterizarse por sus propiedades antioxidantes. Podemos clasificarlos en varios grupos:

- Polímeros: Ligninas, taninos (hidrolizados, condensados)
- No flavonoides: fenoles sencillos; alcoholes, aldehídos y ácidos benzoicos; alcoholes, aldehídos y ácidos cinámicos; tirosol y sus derivados; cumarinas; isocumarinas; cromonas, oleuropeósidos, diterpenos, etc..

- Flavonoides: flavanonas, flavonas, flavonoles, flavanoles, flavan-3-oles, antocianinas, isoflavonas, auronas; chalconas; dihidrochalconas.
- Otros: estilbenos (resveratrol).

De toda la gama de sustancias fenólicas el grupo de los flavonoides es el de mayor significación por sus propiedades antioxidantes.

Flavonoides

Posiblemente constituyen la familia más especial de compuestos bioactivos de origen vegetal, fitoquímicos, habiéndose descrito la existencia de más de 8000 diferentes en vegetales y alimentos. La presencia de muchos de ellos es fácilmente reconocible, ya que como pigmentos generan una amplia gama de colores comprendidos entre el blanco y violeta, mientras otros, en cambio, son incoloros.

Contenido de polifenoles en vegetales (mmol/100g)			
Nuez	20,97	Aguacate	0,41
Granada	11,33	Lechuga	0,34
Fresa	6,88	Tomate	0,31
Semillas girasol	5,39	Almendra	0,30
Frambuesa	3,06	Manzana	0,29
Uva	1,45	Coliflor	0,23
Cebada	1,30	Ajo	0,21
Naranja	1,14	Pera	0,18
Ciruela	1,06	Arroz	0,17
Piña	1,04	Perejil	0,10
Limón	1,02	Apio	0,09
Espinacas	0,98	Cacahuetes	0,05
Kiwi	0,91	Patata	0,09
Clementina	0,90	Pepino	0,05
Espárrago	0,85	Zanahoria	0,04
Mijo	0,75	Sandía	0,04
Cebolla	0,67	Maíz	0,03
Brócoli	0,58	Col	0,02
Avellana	0,49		

*Fuente: A systematic screening of total antioxidants in dietary plants
American Society for Nutritional Sciences, 2002.*

En las plantas, los flavonoides desempeñan diversas funciones protectoras frente a las agresiones (estrés) del medio ambiente. Así, los isoflavonoides que integran más de 230 estructuras defienden a las plantas del ataque de patógenos. En los seres humanos diversos flavonoides parecen funcionar como moduladores de la respuesta biológica y algunos de ellos muestran actividades antiinflamatorias, antialérgicas, antivirales, anticarcinogénicas y antienvjecimiento.

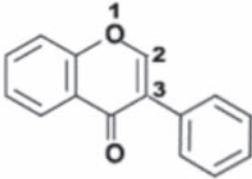
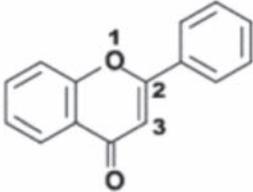
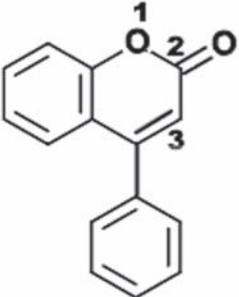
De acuerdo con la nomenclatura de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada se clasifican en tres grandes grupos que responden a diferentes características estructurales:

- Isoflavonoides
- Flavonoides
- Neoflavonoides

Los flavonoides se clasifican en función del grado de oxidación del anillo central, siendo las flavonas con 650 estructuras químicas y los flavonoles con más de 1000, las formas moleculares más frecuentes.

Los flavonoides se caracterizan por poseer una estructura común benzo- γ -pirona ($C_6-C_3-C_6$), resultado de la conjugación de 3 moléculas de malonil-CoA con un ácido cinámico, reacción catalizada por el enzima chalcona-sintasa, posteriormente, la ciclación producida por la acción de la chalcona isomerasa conduce a la formación del esqueleto flavonoide básico. El enorme número de compuestos de esta familia existentes en la naturaleza es el resultado de la presencia de diversos grupos químicos (hidroxilos, metoxilos, etc.) en cualquiera de las posiciones posibles del núcleo flavonoide. Además, los flavonoides pueden encontrarse en la naturaleza en su forma libre (aglicón) o enlazados a moléculas de glucosa y/o ramnosa, principalmente (glicósidos). Son varios los grupos de flavonoides que deben ser considerados con particular interés, entre ellos, las flavanonas y flavonas, que son los flavonoides con un mayor potencial "saludable", las isoflavonas, con estructuras y propiedades de cierta similitud a los estrógenos y, también, el amplio grupo de las antocianidinas, pigmentos muy abundantes en los vinos tintos, y un buen número de frutas y bayas como fresas, frambuesas, arándanos, etc., siendo responsables de las coloraciones rojo, azul y violeta. En general a pH ácidos estos compuestos

presentan coloraciones rojizas, mientras que a pH básicos presentan tonos azulados.

Clasificación de los flavonoides		
Grupos	Estructura básica	Algunos ejemplos
Isoflavonoides		genisteína daidzeína
Flavonoides		chalconas flavonas flavanona flavonoles flavandioles antocianinas taninos condensados
Neoflavonoides		4-fenil-cumarina

Clasificación, estructura y ejemplos de algunos flavonoides

En la tabla siguiente se muestran ejemplos de algunas de las clases de flavonoides e isoflavonoides, con referencia a sus contenidos concretos en diversos alimentos.

Clase	Nombre del flavonoide	Alimento	mg/kg
Flavonoles	Quercetina Miricitina Kaempferol	Aceitunas	270-830
		Cebollas	347
		Brécol	102
		Manzanas	21-72
		Judías verdes	49
		Endivias	45
		Té negro	20 mg/L
Flavonas	Apigenina Luteolina	Apio	130
		Aceitunas	6-29
Flavanoles	Catequina Epicatequina	Peras	70-420
		Manzanas	20-30
Isoflavonas	Genisteína Daidzeína	Vino tinto	274
		Habas soja	588-2407
		Harina de soja	1437-2363
		Tofu	280-499
		Yogur de soja	151
		Bebida de soja	105-251

Una cierta parte de las propiedades de los flavonoides podrían justificarse por la capacidad de alguno de ellos de poder actuar como “desactivadores” de diversos radicales libres asociados con oxígeno y hierro o como inhibidores de algunas enzimas oxidantes.

Los flavonoides son más que unos meros captadores de radicales libres y entre algunas de sus acciones específicas se pueden señalar las siguientes: la inhibición de la actividad de las enzimas *ciclooxigenasa* (metabolismo de prostaglandinas y tromboxanos) y *lipoxigenasa* en plaquetas y macrófagos, inhibición del citocromo P450 (mecanismos de detoxicación), efectos estrogénicos y antiestrogénicos, inductores de la apoptosis o “suicidio celular” de células malignizadas, etc. Por ello, se ha preconizado su acción beneficiosa, no sólo prevención (o tratamiento) de alteraciones cardiovasculares y malignizaciones, sino también en muy diversas situaciones patológicas clínicas, incluyendo las enfermedades degenerativas cerebrales.

Funcionalidad

Un aspecto importante a tener en cuenta respecto a los antioxidantes es la relación entre propiedades y funcionalidad. Comentaremos brevemente el caso de la vitamina C, vitamina E y el beta-caroteno que, posiblemente, son los antioxidantes dietarios más populares y ampliamente estudiados.

Es bien conocido que la vitamina C es el antioxidante hidrosoluble más importante en los fluidos extracelulares. Por ello, es capaz de neutralizar las EOR y radicales libres en la **fase acuosa**, antes de que se llegue a iniciar el perjudicial efecto de peroxidación lipídica que tiene lugar mediante la acción de esos oxidantes sobre las moléculas de grasas y aceites, haciéndoles perder su funcionalidad directa. Su efecto es, pues, esencialmente preventivo.

Respecto a vitamina E es el principal antioxidante liposoluble, siendo más efectivo en lugares como la membrana celular, donde protege de la peroxidación a los ácidos grasos que participan en su composición. En cuanto al beta-caroteno y otros carotenoides proveen de protección antioxidante a tejidos ricos en lípidos. Las interrelaciones entre antioxidantes muestran que el beta-caroteno puede trabajar sinérgicamente con la vitamina E y que la vitamina C es capaz de regenerar la vitamina E.

Mientras que las frutas y los vegetales son una fuente importante de vitamina C y de carotenoides, los granos enteros y los aceites vegetales de alta calidad, adecuadamente extraídos y protegidos, lo son de la vitamina E.

De lo expuesto se evidencia la clara y necesaria relación existente entre Nutrición y Salud ya que la protección contra los procesos oxidativos depende de la adecuación de las diversas sustancias antioxidantes que obtengamos directa o indirectamente de la dieta. La mejor manera de asegurar una ingestión adecuada de fitoquímicos antioxidantes es una dieta que incluya una gran variedad de frutas y vegetales frescos.

El consumo insuficiente de nutrientes antioxidantes podría perjudicar nuestro potencial antioxidante, agudizando el estrés oxidativo.

En el CD Rom se incluyen una serie de tablas que muestran la capacidad anti-radical de los diferentes alimentos diferenciando la lipofílica de la hidrofílica.

Índice antiinflamatorio

Se necesita un cierto nivel de respuesta inflamatoria para protegernos de microorganismos invasores (bacterias, virus, etc.) y de los efectos de lesiones traumáticas. Pero si la respuesta inflamatoria no se controla puede llevar a favorecer el desarrollo de diversas patologías. Cada vez es más frecuente el hallazgo de la relación estrecha entre diversas patologías e inflamación.

Efectivamente, existen diversos estudios sugerentes de que una inflamación sistémica de bajo grado participa en la fisiopatología de diversas patologías como pueden ser la obesidad, resistencia a la insulina, diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer, síndrome metabólico, procesos anormales de la coagulación, envejecimiento acelerado, y enfermedades neurológicas como el Alzheimer.

Poder antiinflamatorio decreciente	
Guindillas	30963
Ajo en polvo	18782
Cabolla en polvo	6766
Aceite de salmón	3080
Espinacas	2250
Caviar	2058
Berro	1928
Aceite hígado bacalao	1682
Pimientos	1489
Lechugas	1452
Endivias	1215
Anchoas	1069
Ostras	1064
Zanahorias	1062
Salmón	1048
Brócoli	960
Caballa	930
Arenque	930
Calabaza	795
Atún	758
Espárragos	690
Pescado azul	652
Atún blanco en conserva	634
Mezcla de vegetales enlatada	600
Gambas	515

Para cantidades de alimentos equivalentes a 200 kcal

Por otra parte, hay evidencias crecientes que también sugieren que los factores alimenticios ejercen una importante influencia no sólo sobre la presión arterial y los niveles plasmáticos de lípidos o lipoproteínas, sino también en aspectos tales como algunos marcadores de la inflamación y coagulación. Por ejemplo, la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos de altos índice glicémico y carga glicémica suele acompañarse de un aumento en los marcadores de inflamación como interleuquina-6 (IL-6), factor de ne-

Poder inflamatorio decreciente	
Pollo, corazón	-910
Vacuno, vísceras	-910
Cordero, hígado, etc	-563
Cerdo fresco y subproductos	-519
Candies y gelatinas dietéticas	-405
Vacuno, filetes	-366
Chicles sin azúcar	-365
Azúcar	-282
Pavo asado	-280
Té instantáneo	-280
Miel	-276
Café expreso	-274
Huevos	-269
Flan caramelizado	-268
Sucedáneo de mantequilla	-264
Pasas, sin semillas	-260
Puddings light	-253
Pasas con semilla	-246
Mermelada de naranja	-245
Cereales desayuno de arroz	-234
Carne de gamo	-234
Salmón de granja	-232
Arroz	-231
Harina de trigo	-207
Cuscús	-196

*Para cantidades de alimentos
equivalentes a 200 kcal*

crisis tumoral alfa (TNF-alfa), proteína C reactiva (PCR), e incremento de resistencia a la insulina.

Todo ello lleva a la posibilidad de consumir alimentos que pudieran provocar el efecto contrario, el antiinflamatorio, ocasionado por aspectos tales como la cantidad y tipo de grasas que contienen, su proporción de ácidos grasos esenciales y la relación entre omega-3 y omega-6, su composición en vitaminas, minerales y antioxidantes y el índice glicémico y la carga glicémica de los mismos. Estos dos últimos términos quedaron definidos en el tema 4.

Teniendo en cuenta todo ello se han desarrollado diversas formas de cálculo para conseguir cuantificar las cualidades antiinflamatorias de los alimentos y en las tablas adjuntas se exponen datos sobre uno de ellos. La primera tabla comprende a alimentos más antiinflamatorios (valores

positivos), en orden decreciente, y la segunda a los más proinflamatorios (valores negativos), también en orden decreciente.

En cualquier caso, estos índices, discutibles médicamente, tienen sólo una función orientativa y no debemos sacar nunca de ellos conclusiones drásticas.