

Antioxidantes presentes en los alimentos

Vitaminas, minerales y suplementos



Los alimentos, además de sus funciones plásticas y energéticas, tienen la facultad de proteger estructuras ante la formación de radicales libres. Este proceso, que constituye la oxidación celular que deriva de la aparición de estos radicales, va ligado tanto al envejecimiento fisiológico en general como a una serie de enfermedades (cardiovasculares, degenerativas, Alzheimer, Parkinson, así como distintos tipos de cáncer). Los antioxidantes presentes en los alimentos pueden ayudar a prevenir algunos de estos procesos, pero también a paliar o enlentecer algunas de estas enfermedades.

MONTSE VILAPLANA

FARMACÉUTICA COMUNITARIA. MÁSTER EN NUTRICIÓN Y CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS (SECCIÓN NUTRICIÓN).



En el momento en que los antioxidantes no son capaces de detener a los radicales libres, se producen daños sobre las grasas, las proteínas y los genes. Si hacemos referencia a la oxidación de las grasas, se ha comprobado que el cLDL oxidado se adhiere más fácilmente a las paredes de los vasos sanguíneos, con lo que aumenta el riesgo cardiovascular. Si las células de los vasos sanguíneos se ven afectadas por los radicales libres, se originan alteraciones vasculares que también aumentan el riesgo cardiovascular.

Si la afectación de los radicales libres se produce en los genes, se incrementa el riesgo de tumores. Si la afectación es sobre las proteínas, los efectos se plasman en deterioro y muerte celular, asociados al proceso de envejecimiento y a un mayor riesgo de enfermedades degenerativas que inciden en el sistema nervioso, como la enfermedad de Parkinson.

Lo que hacen los antioxidantes es frenar las reacciones de oxidación en las células a partir de las cuales se originan los nocivos radicales libres. Por tanto, su papel es clave en la reducción de enfermedades cardiovasculares, de tumores y de enfermedades neurodegenerativas. También actúan potenciando el sistema inmunológico.

Haremos un breve repaso a los antioxidantes presentes en nuestra dieta, su actividad y los alimentos que los aportan.

Vitamina E

Cuando hablamos de vitamina E, nos estamos refiriendo a una serie de isómeros con diversa capacidad antioxidante, los tocoferoles y los tocotrienoles. Sin embargo, a veces se identifica a uno de los isómeros el alfatocoferol con la vitamina E. Ésta es uno de los antioxidantes lipídicos más importantes gracias a su capacidad para captar el oxígeno. La actividad antioxidante de la vitamina E se centra concretamente en la inhibición de la peroxidación lipídica causada por los radicales libres, acción que tiene lugar en los fosfolípidos de la membrana celular, lipoproteínas, tejido adiposo, cerebro y en todos los tejidos que contengan una alta proporción de ácidos grasos polinsaturados.

Al impedir la oxidación de las membranas celulares, la vitamina E permite una buena nutrición y regeneración de los tejidos. Además, está demostrado por varios estudios que hay unos tipos de cáncer (de pulmón, de páncreas y de cuello de la matriz) cuyo riesgo se ve reducido al consumir vitamina E. Incluso se ha comprobado que esta vitamina reduce el crecimiento de algunos tumores tipo sarcomas. La acción antitumoral de la vitamina E, junto con la C, el betacaroteno y el selenio, se ve potenciada cuando actúan juntas.

Dado que el aporte de vitamina E se hace realidad a través de alimentos grasos, para su absorción se necesita

Recomendaciones dietéticas

Se conoce muy poco acerca de las necesidades antioxidantes concretas del organismo, especialmente en poblaciones sensibles (ancianos) o ante la aparición de ciertas enfermedades, como pueden ser en el caso de las cardiovasculares o en algunos tipos de cáncer. No se pueden ofrecer recomendaciones dietéticas concretas para ciertos antioxidantes, así como tampoco hay criterios diagnósticos que permitan determinar cuál es el estado oxidativo real de un organismo. No se trata de consumir el mayor número posible de antioxidantes, sino que hay que ingerir la cantidad adecuada según cada situación, ya que el exceso de vitaminas podría originar también enfermedades. Por ello, se recomienda seguir una dieta equilibrada.

Por otra parte, son también importantes los hábitos de vida, como el ejercicio físico, evitar el tabaquismo, el estrés o la contaminación ambiental, así como un exceso en la exposición so-

lar. Esa dieta equilibrada implica ingerir al día unas 5 raciones de frutas, hortalizas y verduras, sobre todo frescas. También incluye 3-4 raciones de pescado a la semana, 2-3 de carne, legumbres, lácteos y cereales.

La Asociación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Euskadi (ACTAE) aporta una lista en la que se incluyen los 10 alimentos más ricos en antioxidantes:

- Aguacates
- Bayas (moras, fresas, frambuesas, arándanos, etc.).
- Brécol.
- Repollo y todas las coles en general.
- Zanahorias.
- Cítricos.
- Uvas (contienen hasta 20 antioxidantes).
- Cebollas (sobre todo las moradas).
- Espinacas.
- Tomates. ■

la formación de la micela, cosa que no se consigue si no es con un aporte graso que induzca la secreción de bilis. A pesar de ello, no está todavía bien establecido cuál es el aporte mínimo de grasa para optimizar su absorción. Este punto es de especial importancia cuando se ingieren suplementos dietéticos de vitamina E.

En cuanto al mecanismo de acción, el alfatocoferol se sitúa en la membrana celular cercano a la superficie, lo que le permite una mejor funcionalidad como antioxidante y, lo es más importante, regenerar la forma oxidada de vitamina E mediante la interacción con otros antioxidantes, como pueden ser los flavonoides.

Las vitaminas C y E se hallan directamente relacionadas, ya que la primera actúa regenerando los radicales oxidados de la segunda.

En la tabla 1 se exponen los alimentos ricos en vitamina E.

Tabla 1. Alimentos ricos en vitamina E*

Aceite de girasol	55
Aceite de maíz	31
Germen de trigo	30
Avellanas	26
Almendras	25
Coco	17
Germen de maíz	16
Aceite de soja	14
Soja germinada	13
Aceite de oliva	12
Margarina	10
Cacahuets y nueces	9

*Cantidades expresadas en mg/100 g. La cantidad recomendada por día es de 8-10 mg.

Vitamina C

A esta vitamina le atribuyen propiedades antioxidantes y es de destacar su papel a la hora de evitar la proliferación de nitrosaminas.

Se ha utilizado con éxito en el tratamiento de algunos tumores de intestinos, como pólipos y adenomas. Se ha comprobado experimentalmente que inhibe la formación de nitrosaminas cancerígenas. También algunos estudios sugieren la posibilidad de tratamiento con ácido ascórbico para algunos tipos de cáncer (de vejiga, de pulmón, etc.).

La vitamina C actúa como antioxidante y agente reductor. Interviene proporcionando electrones a compuestos tanto en el interior de la célula como en el exterior. Así, puede actuar fuera de la célula, conjuntamente con la vitamina E, en la prevención de la oxidación lipídica. Es de esta forma que actúa frente la oxidación de las LDL, punto donde se inicia la lesión aterosclerótica. También puede actuar en la prevención del daño oxidativo sobre el ADN, cuya oxidación estaría relacionada con ciertos tipos de cáncer y envejecimiento.

Los alimentos con una mayor riqueza en esta vitamina son las frutas (cítricos, caquis, kiwis) y las hortalizas

(pimientos, perejil, coles, cebolla) frescas y crudas (tabla 2).

Es sabido que la vitamina C se destruye en parte por efecto del calor (cocción) y del almacenamiento prolongando. De ahí la gran importancia nutricional que tiene tomar vegetales crudos en las comidas y a diario, ya que, al igual que otras vitaminas hidrosolubles, apenas se acumula en nuestro organismo y éste la precisa continuamente.

Es muy sensible a la luz, a la temperatura y al oxígeno del aire. Incluso un zumo de naranja natural pierde su contenido de vitamina C a los 15-20 min de haberlo preparado, y también se pierde en las verduras cuando las cocinamos.

Tabla 2. Alimentos ricos en vitamina C*

Kiwi	500
Guayaba	480
Pimiento rojo	204
Grosella negra	200
Perejil	150
Caqui	130
Col de Bruselas	100
Limón	80
Coliflor	70
Espinaca	60
Fresa	60
Naranja	50

*Cantidades expresadas en mg/100 g. La cantidad recomendada por día es de 50-60 mg.

Vitamina A, betacaroteno y otros carotenoides

La vitamina A sólo está presente como tal en los alimentos de origen animal, mientras que en los vegetales se encuentra como provitamina A, en forma de carotenos.

Entre las funciones que realiza la vitamina A en el organismo, destacan su efecto trófico y protector de los epitelios (piel y mucosas), participando en la barrera defensiva-inmunológica de estas estructuras, por lo que se le atribuye un efecto preventivo frente a la posible aparición de cánceres de boca, estómago, colon, broncopulmonar y de cuello uterino. Algunos estudios han comprobado que el tratamiento con retinoides sintéticos disminuye en un 50% las recurrencias del cáncer de vejiga.

Los betacarotenos actúan atrapando radicales libres y moléculas de oxígeno libre; de ahí su efecto protector. Diferentes estudios han intentado demostrar su capacidad preventiva contra el cáncer de pulmón, por su efecto protector en la defensa sobre la pared epitelial. Algunos autores confirman incluso su efecto de reversión sobre células ya sensibilizadas a tumores, es decir, que los betacarotenos pueden conseguir que los tumores disminuyan de tamaño.

Los carotenoides forman un grupo de más de 600 compuestos que se encuentran de forma natural en las plantas y les proporcionan diferentes coloraciones.



Betacaroteno

El carotenoide más conocido es el betacaroteno, que se convierte en el intestino en dos moléculas de vitamina A. Esta capacidad de convertirse en vitamina A es exclusiva de algunos carotenos y no posee una relación directa con su potencial antioxidante.

Licopeno

Es el carotenoide que imparte el color rojo al tomate y a la sandía y que no se convierte en vitamina A en el organismo humano, lo que no impide que posea unas propiedades antioxidante muy elevadas.

Las concentraciones más elevadas de licopeno se encuentran en el tejido prostático. Un elevado consumo de licopeno se ha relacionado con la prevención de algunos tipos de cáncer, precisamente el de próstata.

Aunque el tomate es la mayor fuente de licopeno, también lo son otras verduras y frutas que presentan colores intensos como la sandía, la papaya, el albaricoque o el pomelo rosado. El tomate es el alimento que lo concentra en mayor cantidad, y se debe considerar que hay factores que afectan a su asimilación en el organismo, como su madurez, las distintas variedades o la forma de cocinarlo, todos influyentes en la cantidad y el grado de aprovechamiento del licopeno.

De todos ellos, es el tomate frito la forma en la que mejor se asimila esta sustancia, ya que, además del calor, hay cierta cantidad de grasa, lo que hace que el licopeno (soluble en grasa) se asimile mejor. En concreto, su presencia en el tomate frito es de unos 25 µg por cada 100 g, mientras que en el tomate fresco es de entorno a los 2 µg por cada 100 g.

Luteína y zeaxantina

Otros carotenoides que tampoco se convierten en vitamina A son la luteína y la zeaxantina, que desarrollan un papel en la visión. Se encuentran en la retina y en la región macular (la luteína en ambas y la zeaxantina sólo en la región macular). Su deficiencia se relaciona con la degeneración macular.

La luteína y la zeaxantina, al igual que otros carotenos antioxidantes, están presentes en alimentos vegetales, aunque especialmente en vegetales de hojas verdes oscuro. Algas, guisantes, puerros, arándanos, brócoli, yema de huevo, espinacas, acelga, repollo, col, maíz, tomate, plátano, perejil, apio, flor de calabaza y naranja son algunas de las fuentes alimentarias de estos antioxidantes. También los pétalos de caléndula son una fuente habitual de la luteína que se usa como pigmento en la industria alimentaria.

Otros carotenos también actúan en la respuesta inmunitaria. Estudios llevados a cabo en una población de entre 65 y 86 años de edad, demuestran que el con-

Tabla 3. Alimentos ricos en vitamina A*

Vísceras de animales	5.800
Acedera	2.100
Zanahorias	2.000
Espinacas (cocidas)	1.000
Perejil	1.160
Mantequilla	970
Boniatos	670
Aceite de soja	583
Atún y bonito frescos o congelados	450
Quesos	240
Huevos	220
Otras verduras (tomates, lechugas, etc.)	130

*Cantidades expresadas en µg/100 g (equivalentes de retinol).
La cantidad recomendada por día es de 800-1.000 µg (como retinol).

sumo de carotenoides ha mejorado la respuesta inmunitaria. Los carotenos también actúan en las enfermedades cardiovasculares y parece ser que desempeñarían un papel en la prevención de la oxidación de las LDL que supondría el inicio de la lesión aterosclerótica.

La vitamina A (tabla 3) se encuentra en cantidades importantes en muchos vegetales de consumo cotidiano, generalmente en forma de betacarotenos, como es el caso de las zanahorias, albaricoques, boniatos, patatas dulces, espinacas, brécol, melón, etc. También la podemos extraer de huevos, productos lácteos e hígados de peces y animales.

Esta vitamina se destruye muy fácilmente con la luz, con la temperatura elevada y con los utensilios de cocina de hierro o cobre.

Minerales

Otros potentes antioxidantes son minerales como el cobre, manganeso, selenio, cinc y hierro. Estos minerales ejercen su función antioxidante en diversos procesos y pasos metabólicos en el organismo.

Cinc

Interviene en más de 200 reacciones enzimáticas y su déficit aumenta la producción de especies oxidadas y del estrés oxidativo.

Cobre

Participa en funciones de carácter antioxidante de la familia de enzimas denominada SOD (superóxido dismutasa), encargada de eliminar el anión superóxido. Potencia el sistema inmunitario, participa en la formación de enzimas, proteínas y neurotransmisores cerebrales (renovación celular y estimulante del sistema



nervioso) y es un agente antiinflamatorio y antiinfeccioso. Asimismo, facilita la síntesis de colágeno y de elastina (constituyentes necesarios para el buen estado de los vasos sanguíneos, del cartílago, de los pulmones y de la piel); actúa como antioxidante, protegiendo las células de los efectos tóxicos de los radicales libres, y facilita la fijación del calcio y del fósforo.

Manganeso

También interviene en esta familia de enzimas, concretamente en las que están situadas en la mitocondria.

Selenio

Interviene en la síntesis de enzimas relacionados con la función oxidativa, como es la glutatión peroxidasa, que como su nombre indica elimina grupos peróxidos, incluyendo el peróxido de oxígeno.

Este mineral se incorpora a las proteínas en forma de selenoproteínas y, de este modo, ayuda a prevenir el daño celular. Estudios epidemiológicos relacionan la falta de selenio en la dieta con un aumento de la incidencia de cáncer de pulmón, colorrectal y de próstata. El contenido en selenio de la dieta está en relación directa con el contenido en la tierra de cultivo; por ello, suelos deficitarios provocan déficit de este elemento en la población, como es el caso de China.

En ese caso, es de elección suplementar la dieta con aportes de selenio, preferiblemente en forma de selenometionina, que es la forma orgánica análoga de selenio, que incrementa fácilmente el nivel de selenio en sangre.

Hierro

Forma parte del sistema antioxidante del organismo, ya que contribuye a eliminar grupos peróxidos. Sin embargo, su capacidad de cambiar de valencia fácilmente ($2+/3+$) hace que pueda también intervenir, dependiendo del medio, en la formación de radicales libres.

Coenzima Q

La coenzima Q10 o ubiquinona es un compuesto liposoluble que puede ser aportado a través de muchos alimentos, aunque también puede ser sintetizado en el organismo humano. Los niveles de coenzima Q10 van disminuyendo con la edad, por lo que también se resienten los procesos metabólicos en los que se halla implicada. Dada su liposolubilidad, su absorción es muy baja, especialmente cuando la dieta son pobres en grasa.

Su actividad antioxidante principal radica en que, en su forma reducida, es un antioxidante liposoluble que inhibe la peroxidación lipídica en las membranas celulares y es especialmente importante su actividad impidiendo la oxidación de las LDL. También se encuentra

CONSEJOS DESDE LA FARMACIA

Papel del farmacéutico

- Informar de que un adecuado aporte de antioxidantes a través de la dieta ayuda a contrarrestar el efecto ocasionado por los radicales libres y a prevenir enfermedades.
- Recomendar dietas basadas predominantemente en vegetales, ricas en diversidad de verduras y frutas, legumbres y alimentos poco refinados.
- Instar a llevar un estilo de vida saludable, con la práctica habitual de ejercicio físico, la supresión del tabaquismo y el mantenimiento de un índice de masa corporal de 20-25.
- Ser muy prudente a la hora de recomendar desde la oficina de farmacia suplementos con antioxidantes. ■

en la mitocondria, donde podría proteger las proteínas de membrana y el ADN del daño oxidativo que acompaña la peroxidación lipídica en esas membranas.

Actúa también como estimulante del sistema inmunitario, y a través de esta estimulación funciona también como anticancerígeno. Además, es capaz de regenerar directamente el alfatocoferol.

Ácido lipoico

El ácido lipoico o ácido tióctico es también un compuesto que forma parte del capital antioxidante del organismo. Numerosos estudios han mostrado el efecto protector de glóbulos rojos y de ácidos grasos del daño oxidativo (típico del ejercicio intenso y de la excesiva exposición a los rayos ultravioletas del sol).

Es sintetizado por plantas y animales, así como por el organismo humano, aunque en este último caso en muy pequeña cantidad. Al ácido lipoico se le considera un buen regenerador de potentes antioxidantes como la vitamina C, la vitamina E, el glutatión y la coenzima Q10. Es liposoluble e hidrosoluble, lo que significa que puede actuar en cualquier parte del organismo.

Se encuentra en espinacas, brócoli, carne y levadura y ciertos órganos (como riñón y corazón).

Se ha descubierto que el consumo de suplementos de betacaroteno, vitamina A y vitamina E podría no sólo no ser beneficioso, sino además aumentar la mortalidad, según un estudio que ha recopilado y evaluado decenas de investigaciones publicadas sobre los efectos de los suplementos antioxidantes



Flavonoides

Los flavonoides son compuestos con elevado poder antioxidante. Están constituidos por una gran familia de compuestos polifenólicos sintetizados por la plantas. Son unos potentes agentes antioxidantes que actúan como inactivadores de radicales libres o también como agentes quelantes de metales prooxidantes, como es el caso del hierro y del cobre.

Comprenden a los flavonoles, los antocianidoles y a las flavonas, colorantes naturales con acción antioxidante que constituyen el grupo más importante de la familia de los polifenoles, muy presentes en el mundo vegetal. Se ha demostrado que son un factor protector del sistema cardiovascular. Además, activan las enzimas glutatión peroxidasa y catalasa, antioxidantes naturales presentes de forma natural en nuestro organismo.

Sus fuentes alimentarias más habituales son: brasicáceas, verduras de hoja verde, frutas rojas, moradas y cítricos.

Suplementos con antioxidantes

El 10-20% de la población adulta de Estados Unidos y Europa consume suplementos con antioxidantes, pero se debe ser prudente acerca de la recomendación en el consumo de éstos. Se ha descubierto que el consumo de suplementos de betacaroteno, vitamina A y vitamina E podría no sólo no ser beneficioso, sino además aumentar la mortalidad, según un estudio que ha recopilado y evaluado decenas de investigaciones publicadas sobre los efectos de los suplementos antioxidantes. Este metaanálisis, realizado por el Grupo Cochrane Hepato-Biliar del Hospital de la Universidad de Copenhague y publicado en febrero de 2007 en la revista médica JAMA, se basa en el análisis de 68 investigaciones muy variadas, en las que participaron 232.606 personas (recogidas en 385 publicaciones). En 2004, este mismo grupo evaluó la relación entre el consumo de suplementos antioxidantes y la aparición de cáncer gastrointestinal. El estudio fue publicado en *Lancet* y no se encontraron evidencias de capacidad preventiva alguna, sino que los suplementos antioxidantes parecían aumentar la mortalidad global.

El trabajo de 2007 ya no busca conocer el efecto de los suplementos antioxidantes en un tipo de cáncer, sino el efecto antioxidante en general. En concreto, el uso de betacaroteno, de vitamina A y de vitamina E apareció asociado respectivamente a un 7, un 16 y un 4% de aumento de riesgo de mortalidad. En cambio, no se halló más riesgo de mortalidad, pero tampoco efectos beneficiosos asociados al uso de vitamina C ni del selenio.

Por tanto, vemos que el betacaroteno, la vitamina A y la vitamina E, tomados solos o en combinación con otros suplementos antioxidantes, aumentan la mortalidad de forma significativa. No hay evidencia de que la vitamina C aumente la longevidad. El selenio tendió a

Tabla 4. Consecuencias negativas del consumo de suplementos antioxidantes

- La vitamina C es hidrosoluble y difícilmente se acumula en el cuerpo, pero una sobredosis puede provocar diarreas y otras complicaciones
- La vitamina E es liposoluble y un exceso puede causar conjuntivitis, daños en las mucosas de los labios o en la piel, e incluso caída de pelo y rotura de huesos
- El selenio en exceso es uno de los minerales más tóxicos para el organismo, y puede provocar caída de pelo, alteración de las uñas, dientes y náuseas
- La vitamina A en exceso puede provocar dolores de cabeza e irritabilidad, así como alteraciones en el metabolismo óseo

reducir la mortalidad, pero hacen falta más estudios que lo confirmen. Según este estudio, no es recomendable tomar betacaroteno, vitamina A ni vitamina E con fines preventivos, ya que estos tres suplementos antioxidantes podrían aumentar la mortalidad.

Algunos investigadores más escépticos afirman que, aunque es cierto que una dieta rica en vegetales resulta protectora frente al riesgo cardiovascular o determinados cánceres, en realidad no se puede vincular esa protección de la dieta a algún compuesto concreto, ni siquiera los antioxidantes.

Sí debemos afirmar que se recomienda tomar durante toda la vida, a dosis fisiológicas y a través de la dieta, todos los antioxidantes necesarios y no tomarlos a dosis farmacológicas y a través de preparados farmacéuticos tan sólo durante ciertas etapas de la vida.

Aunque no son frecuentes las intoxicaciones por exceso de antioxidantes, el consumo de suplementos vitamínicos pueden tener consecuencias negativas (tabla 4).

A pesar de los posibles efectos secundarios, se dan varias situaciones en las que puede ser necesario tomar más cantidad de antioxidantes por una mayor producción de radicales libres: ancianos, deportistas, presentan ciertas enfermedades, etc.

De todas formas, a las personas que deciden tomar algún suplemento se les aconseja que elijan siempre los de origen natural: polen, algas o ginseng, antes que concentrados vitamínicos en cápsulas. No hay que olvidar recomendar a todo el mundo el seguimiento de una dieta equilibrada. Si hay que destacar algún alimento especialmente rico en antioxidantes, haremos referencia al aceite de oliva o al perejil. ■

Bibliografía general

- Rafecas M. Antioxidantes para una mejor calidad de vida. *Acofar*. 2006;454:28-30.
- Rafecas M. La coenzima Q10. *Acofar*. 2005;448:42-5.
- Subcommittee on the Tenth Edition of the RDAs. Food and Nutrition Board. Commission on Life Sciences. National Research Council. Raciones dietéticas recomendadas. Barcelona: Consulta; 1991.
- www.consumaseguridad.com
- www.consumer.es