

Capacidad antioxidante total de la dieta vs. balance redox

Total antioxidant capacity of the diet vs. redox balance

Tamara Y. Forbes-Hernández¹, Greity Betancourt², Daliannis Rodríguez², Mario A. García^{3*}

¹Nutrition and Food Science Group, Dept. of Analytical and Food Chemistry, CITACA, CACTI, University of Vigo, Vigo Campus, Vigo, Spain.

²Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana Cuba.

³Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

*mario.garcia@utm.edu.ec

Revisión

Recibido: 03-09-2019

Aceptado: 12-12-2019

Resumen

La asociación inversa que existe entre las dietas ricas en frutas y hortalizas y la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles sigue acaparando importancia a nivel mundial en las líneas de investigación de la nutrición y la dietética. Es por eso que incluir en las estimaciones dietéticas, los aspectos relacionados con la capacidad antioxidante que aportan los alimentos y evaluar la alimentación ya no solo desde la óptica de los indicadores clásicos de calidad, constituye un enfoque novedoso y que resulta importante por su implicación en el estrés oxidativo en la etiología de disímiles enfermedades. Este trabajo presenta los principales aspectos sobre la relación entre la dieta y el balance de las reacciones redox en el organismo, sin pretender abordarlos de forma absoluta e integral.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, dieta, balance redox, estrés oxidativo.

Abstract

The inverse association that exists between diets rich in fruits and vegetables and the appearance of chronic non-communicable diseases continues to gain importance worldwide in the research lines of nutrition and dietetics. That is why including in the dietary estimates, the aspects related to the antioxidant capacity provided by foods and evaluating the diet not only from the point of view of the classic quality indicators, constitutes a novel approach that is important due to its involvement in oxidative stress in the etiology of dissimilar diseases. This work presents the main aspects of the relationship between diet and the balance of redox reactions in the body, without attempting to address them in an absolute and comprehensive way.

Keywords: Antioxidant capacity, diet, redox balance, oxidative stress.

Introducción

A medida que aumenta la expectativa de vida en muchos países en desarrollo, surgen nuevos problemas relacionados con los trastornos cardiovasculares, obesidad, diabetes, hipertensión, que reflejan los efectos coexistentes del envejecimiento de la población y de los riesgos vinculados con la dieta y estilos de vida que han acompañado al desarrollo

económico. De acuerdo con las tendencias actuales, esas enfermedades representarán una pesada carga de atención de salud para las comunidades menos prósperas.

Las grandes organizaciones (FAO, OMS, OPS, *American Heart Association*, *World Heart Federation*, entre otras), no han cesado su empeño en inculcar a las poblaciones del mundo la importancia del binomio dieta-salud, llamando al rescate de los patrones alimentarios correctos y prudentes en sustitución de los modernos¹.

La implicación del estrés oxidativo en la etiología y progresión de muchas enfermedades crónicas sugieren que los antioxidantes alimentarios pueden tener efectos beneficiosos para la salud². Se ha demostrado el papel protector de los antioxidantes en diversos trabajos científicos que señalan la importancia de una correcta alimentación, especialmente con presencia sistemática de frutas y hortalizas para las personas de cualquier etapa de la vida³.

Todos estos aspectos han generado un interés mundial por estimar la capacidad antioxidante de los alimentos y, en general, de las mezclas alimentarias que se consumen, lo cual constituye un criterio de la calidad de la dieta que contribuye a combinar los compuestos antioxidantes de manera tal que, además de ejercer sus funciones vitales, protejan adecuadamente al organismo de las especies reactivas de oxígeno.

Ya no solo hay que tener en cuenta que la dieta sea variada, completa, equilibrada, inocua, suficiente y adecuada, sino también rica en antioxidantes, ya que estos han sido asociados con una menor incidencia y mortalidad de diferentes enfermedades degenerativas como el cáncer y enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares². En este sentido, el presente trabajo analiza los principales aspectos sobre la relación entre la dieta y el balance de las reacciones redox en el organismo.

Enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)

Las disímiles investigaciones epidemiológicas, los experimentos con animales de laboratorio y las pruebas in vitro en cultivos celulares han contribuido al conocimiento de las relaciones entre la dieta y las diversas enfermedades crónicas no transmisibles. La aparición de enfermedades asociadas a la alimentación como resultado de cambios en los patrones alimentarios de una dieta preventiva practicada desde el paleolítico hacia una dieta desequilibrada, ha sido frecuente en los últimos años.

Se ha estimado que entre el 30 y 40 % de las muertes por ECNT son atribuibles a factores dietéticos y que un tercio de las muertes por enfermedades cardiovasculares en personas menores de 65 años, están asociadas a la dieta⁴.

Dada la condición del ser humano, que tiene que alimentarse diariamente y comer varias veces al día para satisfacer sus necesidades energéticas y fisiológicas, la incorporación de alimentos saludables es un reclamo cada vez mayor a nivel mundial. Mientras en algunos países siguen preocupados por el hambre, desnutrición y enfermedades transmisibles, en otros ha aumentado considerablemente la prevalencia de las enfermedades crónicas. A medida que aumenta la expectativa de vida en muchos países en desarrollo, surgen nuevos problemas relacionados con los trastornos cardiovasculares, que reflejan los efectos coexistentes del envejecimiento de la población y de los riesgos vinculados con la dieta y estilos de vida que han acompañado el desarrollo económico. De acuerdo con las tendencias actuales, esas enfermedades representarán una pesada carga de atención de salud para las comunidades menos prósperas⁵.

Anteriormente se consideraba que las enfermedades crónicas eran exclusivas de los pobladores de las grandes urbes de los países desarrollados; sin embargo, ahora se observan estos problemas en la población indígena o rural en relación a la dieta y salud.

Cambios en la cultura de la población y en la tecnología constituyen las principales causas de esta problemática, alteraciones en la producción, elaboración y almacenamiento de alimentos y por lo tanto en sus patrones de alimentación hacen que se consuman dietas ricas en grasa animal e hidratos de carbono simples, pobres en proteínas, fibra y micronutrientes, que combinados con un estilo de vida sedentario o con muy baja actividad física -junto con el hábito de fumar y el consumo de alcohol-, potencian el desarrollo de factores de riesgo biológicos tales como el sobrepeso y obesidad asociados generalmente con dislipidemias, hipertensión arterial, aterosclerosis; provocándose mayor riesgo de desarrollar alguna cardiopatía coronaria. La obesidad además se encuentra estrechamente relacionada con la diabetes mellitus tipo 2⁶.

Teniendo en cuenta esto, se ha expuesto que la dieta, la nutrición y los estilos de vida son factores importantes en la promoción y mantenimiento de una buena salud a lo largo de la vida. En este sentido, algunas fuentes plantean que el riesgo de aparición de ECNT comienza en la vida fetal y continúa hasta la ancianidad, y que estas son un reflejo de distintas exposiciones acumuladas durante toda la vida a entornos físicos y sociales perjudiciales⁷.

Alimentación y nutrición

La nutrición es un fenómeno global, resultado final de una serie de factores entre los cuales se encuentra la alimentación, esta, por su parte, es el acto a través del cual se obtienen los nutrimentos, que no son más que los insumos básicos para mantener el fenómeno de la nutrición, y en consecuencia la vida misma, incluyen tanto la energía, como una serie de sustancias (oxígeno, agua, glucosa, ácidos grasos, ácidos aminados, vitaminas, hierro, yodo, calcio y zinc, entre otros) de las que todo organismo necesita abastecerse de manera continua, y en cantidades suficientes para llevar a cabo una serie de funciones que le son características, y para mantener, reparar y reproducir su estructura⁸.

Además de la adquisición de los nutrientes, la nutrición involucra otros fenómenos como la digestión, absorción, distribución de los nutrientes en el organismo y, sobre todo, su utilización por las células del organismo. Todo esto está influenciado por la edad, sexo, estado fisiológico, características genéticas o variabilidad individual, ejercicio físico y, en general, por el estado de salud de los individuos⁸.

Puede decirse entonces que, nutrición y alimentación no son términos equivalentes, pues el primero es más amplio y engloba al segundo, que solo se refiere a la adquisición (generalmente mediante la ingestión de alimentos, pero a veces por otras vías como podría ser la infusión intravenosa), de nutrientes por el organismo y no a su tránsito y a su utilización.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012⁹, una alimentación correcta es aquella que cumple con las necesidades específicas de las diferentes etapas de la vida, promueve en los niños el crecimiento y el desarrollo adecuados y en los adultos permite conservar o alcanzar el peso esperado para la talla y previene el desarrollo de enfermedades. Por tanto, para que un patrón alimentario sea recomendable debe cumplir con las siguientes características:

- **Completo:** Que contenga todos los nutrimentos. Se recomienda incluir en cada comida alimentos de los 3 grupos (Verduras y frutas, Cereales y tubérculos, Leguminosas y alimentos de origen animal).
- **Equilibrado:** Que los nutrimentos guarden las proporciones apropiadas entre sí. Para la población mexicana esta proporción es de 10-15 % de proteínas, de 25-30 % de grasas y de 60-70 % de carbohidratos¹⁰.

- Inocuo: Que su consumo habitual no implique riesgos para la salud porque está exenta de microorganismos patógenos, toxinas y contaminantes y se consume con moderación.
- Suficiente: Que cubra las necesidades de todos los nutrimentos, de tal manera que el sujeto adulto tenga una buena nutrición y un peso saludable y en el caso de los niños, que crezcan y se desarrollen de manera correcta.
- Variado: Que incluya diferentes alimentos de cada grupo en cada evento.
- Adecuado: Que esté acorde con los gustos y la cultura de quien la consume y sus recursos económicos, sin que ello signifique que se deban sacrificar sus otras características.

Es necesario además, cuando se habla de dietas recomendables o saludables, tener en cuenta otras consideraciones tales como la calidad de las proteínas, las grasas, la composición de los carbohidratos y la presencia de compuestos beneficiosos para la salud entre otras. En ese sentido, es favorable la presencia de ácidos grasos omega 3 por sus efectos antiinflamatorios, antitrombóticos, antiarrítmicos, hipolipemiantes y vasodilatadores reduciendo moderadamente los niveles de colesterol y de LDL en el suero¹¹; de carbohidratos complejos que tengan bajo índice glucémico, favoreciendo el metabolismo de la glucosa; así como de otros antioxidantes, micronutrientes, fitoquímicos y fibra dietética.

La fibra dietética se asocia con el retardo del vaciamiento gástrico de los alimentos ingeridos hacia el intestino delgado, lo cual trae como resultado una reducción de las concentraciones postprandiales de glucosa sanguínea; adicionalmente es capaz de interferir con la absorción de la grasa dietaria, el colesterol y su recirculación entero hepática, así como de los ácidos biliares, lo cual puede resultar en la reducción de las concentraciones séricas de colesterol¹², de ahí su efecto protector para el organismo.

Los alimentos en el balance redox

En los últimos años del siglo XX se generó una verdadera revolución en el campo de las investigaciones relacionadas con el estrés oxidativo, sobre todo debido a la relación que existe entre este y el envejecimiento¹³. La implicación del estrés oxidativo en la etiología y progresión de muchas enfermedades crónicas sugieren que los antioxidantes alimentarios pueden tener efectos beneficiosos para la salud².

Existen componentes biológicos y fisiológicos del estrés; a nivel celular el organismo se encuentra en constante regulación del equilibrio entre la oxidación y antioxidación, llamado balance redox¹⁴; este balance dentro de la célula permite que ciertas moléculas desarrollen funciones vitales, por ejemplo controlando la expresión génica, diferenciación, proliferación, apoptosis, crecimiento y adhesión celular, así como diferentes interacciones entre proteínas y funciones enzimáticas¹⁵. El equilibrio se mantiene por la regulación del intercambio de electrones entre agentes de reducción y oxidación a través de moléculas de señalización producidas por las mitocondrias¹⁶.

Cuando el balance redox se rompe aumentando los agentes oxidantes, excediendo la capacidad antioxidante y los agentes reductores son incapaces de regular las acciones oxidativas, se genera daño celular a diferentes niveles denominado estrés oxidativo (EO)¹⁷. Los principales agentes oxidantes son los radicales libres (RL) y las especies reactivas de oxígeno (ERO), los cuales aceptan electrones y se reducen; entre estas últimas se encuentran el anión superóxido (O_2^-), peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el radical hidroxilo (OH)¹⁸.

El énfasis en destacar el papel protector de los alimentos, fundamentalmente los de origen vegetal, se sustenta en que el estrés oxidativo es un proceso biológico mediado por radicales libres que conduce progresivamente a una disfunción celular y ocurre como

consecuencia de un desbalance entre los pro-oxidantes y los radicales libres, por una parte, y los sistemas antioxidantes del organismo, por otra. Así, la acción de los RL y ERO provocará la oxidación de las proteínas, peroxidación lipídica y oxidación del ADN, lo que supondrá, por ejemplo, la alteración de las enzimas, de las membranas celulares y la aparición de mutaciones, efectos genotóxicos y carcinogénicos, pudiéndose incluso llegar a la muerte celular o apoptosis. Este sería el cuadro conocido como daño oxidativo¹⁹.

Los principales agentes antioxidantes que ceden electrones y se oxidan, se clasifican como enzimáticos y no enzimáticos. En los primeros se encuentra la superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa²⁰ y dentro de los no enzimáticos están los antioxidantes exógenos que se requiere sean consumidos en la dieta^{21,22} e incluyen a la vitamina C, vitamina E, carotenoides, polifenoles, selenio, entre otros²³; forman parte de la regulación del balance redox²⁴, protegen y pueden prevenir los efectos adversos de las ERO y RL sobre las funciones fisiológicas³, así como del EO²⁵.

La incapacidad del organismo humano para neutralizar a los radicales libres a los que está expuesto diariamente, obliga al hombre a recurrir a alimentos con las propiedades antioxidantes con capacidad de neutralizarlos¹³.

Capacidad antioxidante de los alimentos

Los antioxidantes dietéticos están presentes en alimentos de origen animal como huevos, pescados y vísceras y más abundantemente en los de origen vegetal. Según Meydani²⁶, existen varios estudios que muestran una relación inversa entre el consumo de frutas y hortalizas ricas en antioxidantes y el riesgo de morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares común en las personas de la tercera edad.

La potencialidad antioxidante de un alimento va a depender de la cantidad y calidad de sus componentes. La cantidad dependerá de la concentración de vitamina C y E, de carotenoides y sustancias de origen fenólico principalmente y la calidad vendrá dada por la acción secuestradora que puedan desarrollar contra las especies oxidativas, lo que puede ser evaluado a través de su capacidad de atrapamiento de radicales, su poder antioxidante ante la protección de sustancias sensibles a la oxidación o la posibilidad de quelación de metales²⁷ como el Fe^{2+} y el Cu^{2+} .

Muchos estudios coinciden que la actividad antioxidante de los alimentos no es el resultado de un compuesto individual, sino de la combinación de los elementos con actividad quimiopreventiva y de su asociación con otras sustancias que favorecen su absorción, transporte a los tejidos y metabolismo. Sin embargo, la biodisponibilidad de los componentes antioxidantes en las matrices alimenticias no ha sido del todo esclarecida, mostrándose gran variabilidad en los resultados de las investigaciones²⁸.

Componentes de los alimentos con capacidad antioxidante

Los alimentos proporcionan componentes nutritivos y otros considerados biológicamente activos pero no nutritivos, provenientes fundamentalmente de plantas (fitoquímicos), efectivos para el buen estado de salud, capacidad física y estado mental de las personas. Estos componentes carecen de valor nutricional, pero contienen antioxidantes que poseen propiedad de proteger al organismo frente a los daños ocasionados por el estrés oxidativo²⁹.

Como fitoquímicos se entiende a las sustancias que se encuentran en los alimentos de origen vegetal, biológicamente activas, que no son nutrientes esenciales para la vida (por lo menos a corto plazo), pero tiene efectos positivos en la salud. Se encuentran naturalmente en las plantas (frutas, hortalizas, legumbres, granos enteros, nueces, semillas, hongos, hierbas y especias). Existen diversas clases de fitoquímicos, entre ellos prevalecen algunos como los polifenoles, los terpenos, el licopeno, los tocoferoles, tocotrienoles, la luteína, entre otros²⁹.

Los polifenoles son fitoquímicos a los que se han atribuido propiedades antioxidantes, antimutagénicas y anticarcinogénicas³⁰. Varios estudios han demostrado que son antioxidantes más efectivos *in vitro* que las vitaminas E y C³¹, lo cual está dado por su estructura química que les permite: 1) comportarse como agentes reductores al donar electrones y protones (H⁺), 2) estabilizar el radical resultante de la acción reductora, 3) relacionarse con otros antioxidantes y 4) quelar los metales de transición³².

Estudios epidemiológicos *in vivo* e *in vitro* han demostrado que los polifenoles disminuyen el riesgo de ECV, pues interfieren en el proceso de oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), disminuyen la actividad plaquetaria e incrementan la síntesis de eicosanoides^{33,34}.

Los polifenoles han sido utilizados para realizar estudios científicos en el ámbito deportivo por sus propiedades antioxidantes^{35,36}. Incluso frutos rojos como los arándanos y cerezas, entre otros, han demostrado beneficios potenciales en la regulación del EO inducido por ejercicio³⁶. Nieman et al.³⁶ evaluaron la ingesta de los antioxidantes del plátano y pera sobre el rendimiento deportivo y recuperación en ciclistas, obteniendo una mejora en la capacidad antioxidante.

Del total de sustancias fenólicas que se ingieren a través de los alimentos aproximadamente un tercio de la ingestión son ácidos fenólicos (ácido elálgico, ferúlico, clorgénico y carnósico) mientras que los dos tercios restantes son flavonoides (flavonoles, isoflavonas, flavononas, flavonas, antocianinas y proantocianidinas)³⁷. Una de las principales fuentes de ácido ferúlico es el salvado de trigo (5 mg/g)³⁸ y del ácido clorgénico, el café³⁹.

Los flavonoides son compuestos no nitrogenados de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común de difenilpiranos (C6-C3-C6), compuesto por dos anillos de fenilos (A y B) ligados a través de un anillo C de pirano (heterocíclico).

Se encuentran principalmente en las hojas y en el exterior de las plantas, apareciendo solo rastros de ellos en las partes de la planta por encima de la superficie del suelo. Se clasifican en muchas clases según el grado de oxidación del oxígeno heterocíclico: flavonas, flavonoles, isoflavonas, antocianinas, proantocianidinas y flavononas. Los flavonoides más abundantes en la dieta son los flavonoles (catequina y proantocianinas), las antocianinas y sus productos de oxidación⁴⁰.

Las flavonas son menos comunes y han sido identificados en pimientos rojos dulces (luteolina) y apio (apigenina)⁴¹. La quercetina constituye el principal flavonol de la dieta encontrándose en muchas frutas y vegetales, así como en bebidas, particularmente es muy abundante en cebollas (0,3 mg/g masa fresca)⁴¹ y en el té (10-25 mg/L)⁴². La catequina, perteneciente a este mismo grupo, puede encontrarse en el té verde⁴³, vino tinto⁴⁴ y chocolate³³, y tienen una alta capacidad de neutralizar a los radicales libres.

La principal fuente de isoflavonas es la soya, la cual contiene genisteína y daidzeína en una concentración aproximada de 1 mg/g de frijoles secos⁴⁵. Las evidencias epidemiológicas sugieren que su consumo está relacionado con la mejora de los problemas asociados con la menopausia e incidencia de enfermedades crónicas como osteoporosis, aterosclerosis y ciertos tipos de cáncer habitual en las personas de tercera edad⁴⁶.

Las antocianinas son pigmentos de frutas rojas como grosellas, cerezas, ciruelas, pasas, fresas, frambuesas, zarzamoras, uvas, entre otras, que se acumulan en forma de glucósidos, los cuales son los responsables de su solubilidad y estabilidad⁴⁷. También son las responsables de la diversidad de colores en frutas y hortalizas. Se diferencian entre sí por tener distintos grupos hidroxilo o metilo sustituidos en el anillo B. Las que mayoritariamente se encuentran en flores y frutas son la pelagornidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina y malvidina⁴⁸.

Las proantocianidinas son flavonoles poliméricos presentes en las plantas como complejas mezclas de polímeros con un grado promedio de polimerización entre cuatro y once. Son las responsables de la astringencia de los alimentos y están asociadas con el flavonol catequina. Se localizan en las semillas de uva y vino tinto. Las fuentes más comunes son las frutas tales como la manzana, la pera y la uva, así como las bebidas como el vino tinto, té y chocolate⁴⁹.

Las proantocianidinas pueden ser absorbidas por las membranas celulares y protegerlas de la acción de los radicales libres. Tienen la ventaja de ser liposolubles e hidrosolubles: es decir, se disuelven en lípidos o en agua. Por eso, en contraste con otros antioxidantes que no poseen esa doble cualidad, son capaces de atravesar la barrera hematoencefálica y pueden proteger a las células cerebrales, que son muy sensibles a las lesiones producidas por los radicales libres. Además, combaten la inflamación y las alergias y aumentan la efectividad de las células del sistema inmunológico⁵⁰.

Las flavononas se encuentran en los cítricos y la más consumida es la hesperidina de las naranjas (125-250 mg/L de jugo)⁵¹. Algunas están presentes en las hojas del orégano francés⁵².

La vitamina A es otro antioxidante que puede estar en los alimentos en forma de retinol (vitamina A ya preformada) y como carotenoides que pueden ser convertidos en retinol en el organismo, capacidad que suele estar disminuida en los adultos mayores. Los dos actúan como antioxidantes y anticancerígeno, desempeñan un importante papel preventivo en algunas enfermedades crónicas eliminando los radicales libres y protegiendo al ADN de su acción mutagénica y también neutraliza oxígeno singlete, bloquea la oxidación del colesterol que taponan las arterias y aumenta las defensas, previniendo así el cáncer de pulmón, estómago y mama, infartos⁵³.

Es una vitamina liposoluble y normalmente se reconoce por la pigmentación en los vegetales de coloración amarilla/naranja, como la zanahoria, calabaza, berro, manzana, entre otras⁵⁴.

La vitamina C es un antioxidante hidrosoluble que figura en primera línea de defensa del plasma, reacciona fácilmente con radicales libre pasando el mismo a ser un radical ascorbilo, que rápidamente se descompone para producir ácido ascórbico y ácido dehidroascórbido, también regenera la vitamina E⁵⁵.

Se encuentra especialmente en frutas y verduras, entre ellas el pimiento y el pepino, la guayaba, el melón, la papaya, las fresas, todos los cítricos, tomate entre otros⁵⁶.

La vitamina E es otra vitamina con propiedades antioxidantes. Su principal fuente son los vegetales oleaginosos (soya, maíz, maní, algodón y girasol), los guisantes secos como el chícharo, el garbanzo y la lenteja, el germen de cereales como el trigo, la avena y el arroz⁵⁶. Las fuentes más importantes de origen animal son la mantequilla y el huevo entero. Su absorción depende de la presencia de lípidos en la dieta y ambos dependen de una normal secreción de bilis para su correcta absorción.

Se ha planteado que debido a que la función principal es prevenir la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados, la ingesta de esta vitamina guarda estrecha relación con la cantidad de estos ácidos grasos en la dieta. Se admite que dosis diarias entre 200 y 600 mg son inocuas en individuos adultos. Es muy sensible al calor, transformándose a formas fisiológicamente inactivas⁵⁷.

Se considera como un poderoso antioxidante natural que reacciona con radicales libres solubles en lípidos de la membrana celular. Cada molécula de la referida vitamina es capaz de proteger 500 moléculas de fosfolípidos⁵⁸. Actúa junto con otros sistemas antioxidantes:

catálisis, superóxido dismutasa capturando radicales hidroxilo y aniones superóxido y neutraliza al peróxido de hidrógeno⁵⁵.

Según afirma Fernández-Araque et al.⁵⁹, su combinación con la vitamina C y A puede disminuir el riesgo de cataratas y degeneración macular. También un conjunto de la evidencia de varios estudios epidemiológicos y ensayos clínicos indican que la ingesta de las vitaminas C y E a dosis mayores que las dosis recomendadas puede disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular.

Estimación dietética

Para evaluar la situación dietética existen dos métodos generales: el método directo (mediante encuestas dietéticas) y el método indirecto (consumo per cápita)⁶⁰.

Según Martín-Moreno y Gorgojo⁶¹, la encuesta alimentaria constituye un instrumento para determinar la ingestión de alimentos en individuos o poblaciones. Mediante su aplicación se puede obtener un extenso espectro de información relacionada con el grupo estudiado, partiendo de que sus propósitos son⁶²:

- Identificar, predecir o detectar problemas nutricionales y alimentarios de tipo crónico o grave.
- Identificar grupos poblacionales, tanto para definir proyectos de mejora y políticas a corto y largo plazo respectivamente, así como programas de desarrollo.
- Planear e implementar programas e intervenciones alimentarias y nutricionales.
- Monitorear cambios y evaluar el impacto de las intervenciones y programas. Además las encuestas pueden proveer otros datos de interés. En este sentido, se pueden obtener tres tipos de información: estimado de consumo alimentario individual, *ranking* de individuos sobre la base de sus consumos de alimentos o nutrientes dentro de un grupo, y el consumo promedio del grupo. Más aún, las evaluaciones dietéticas individuales se hacen con el propósito de establecer la existencia, fortaleza, dirección y nivel de asociaciones entre la exposición dietética y la salud del individuo o los individuos evaluados⁶³. Básicamente, los métodos para evaluar las ingestiones dietéticas individuales pueden clasificarse en dos categorías fundamentales: reporte retrospectivo de consumo de alimentos del pasado reciente o remoto (basado en cuestionarios), que comprende subcategorías como la historia dietética, historia alimentaria de 7 días, la frecuencia de consumo de alimentos y el recordatorio de 24 horas, y el registro probable de consumo, que incluye los registros dietéticos y los análisis químicos de duplicados.
- Recordatorio de 24 horas: es ampliamente usado para proveer información sobre los alimentos consumidos por el individuo en las 24 horas pasadas. Las cantidades consumidas se recogen durante una entrevista que, según la experiencia del que la realiza, puede durar de 35 a 40 minutos. Este método tiene como deficiencia que depende de la capacidad de recordar lo que comió el individuo, y como la memoria disminuye en la medida que transcurre el día, se recomiendan múltiples recordatorios de 24 horas con el propósito de estimar el consumo alimentario en un período largo. Según Baranowski y Domel⁶⁴, los métodos de evaluación en este caso varían atendiendo a los individuos que se vayan a estudiar, por ejemplo, si son niños o ancianos, la entrevista debe hacerse junto con la persona encargada de ellos.

Estimación de la capacidad antioxidante total de la dieta

En los últimos años los beneficios de una dieta sana no se limitan a su contenido de nutrientes, sino también a la presencia cuali y cuantitativa de compuestos con propiedades antioxidantes, capaces de neutralizar los radicales libres del oxígeno e inhibir la oxidación

del colesterol LDL protegiendo al organismo frente al cáncer, enfermedades coronarias y neurodegenerativas⁶⁵.

El consumo de productos frescos y mínimamente procesados, de origen vegetal fundamentalmente, proporciona una amplia variedad de antioxidantes dietarios como las vitaminas C y E, carotenoides, flavonoides y otros compuestos fenólicos⁶⁶.

Para evaluar la capacidad antioxidante de los alimentos se han desarrollado diversos métodos entre los que se encuentran el ABTS que utiliza el ion radical ABTS[•] [ácido-2,2-azinobis-(3-etil-benzotiazolin-6-sulfónico)], el FRAP, del inglés *Ferric Reducing Antioxidant Power* y el ORAC del inglés, *Oxygen Radical Absorbance Capacity*, entre otros⁶⁷.

Aunque todos tienen como denominador común que el punto final se cuantifica por técnicas quimio-luminiscentes, espectrofotométricas o fluorescentes; los mecanismos mediante los cuales tienen lugar las principales reacciones de cada método son muy diferentes, por lo que no se puede afirmar cuál de todos ellos es el más ventajoso⁶⁸.

En la base de datos estadounidense de capacidad antioxidante individual de alimentos, que es la más completa publicada hasta el momento, se empleó en los análisis el método FRAP⁶⁹. Este método mide directamente la habilidad de los antioxidantes para reducir el complejo tripiridil férrico (Fe^{3+} -TPTZ) al complejo ferroso (Fe^{2+} -TPTZ) a bajo pH, expresando los resultados como mmol de e⁻/átomos de hidrógeno donados en la reacción redox/100 g de alimento⁶⁸.

Varios estudios bioquímicos y clínicos han demostrado las bondades de alimentos como el aceite de oliva, el vino tinto, algunos pescados, los cítricos y las leguminosas. Existen numerosas publicaciones que tratan el tema de la capacidad antioxidante de determinados nutrientes o alimentos individuales; sin embargo, según la literatura, no existen evidencias científicas sobre la capacidad antioxidante de dietas completas determinada por métodos experimentales⁶⁵.

Las concentraciones de antioxidantes que presenta la dieta de cada individuo dependerán en gran medida de cuán balanceada y correcta sea la misma, así como la forma en que se prepararon los alimentos y el nivel de nutrientes que contenga al momento de ser ingerida.

Otra complementariedad son las posibles sinergias entre los ingredientes y también el metabolismo de la persona puede reducir los efectos beneficiosos como antioxidantes y potenciar los nocivos (radicales libres). Esto ha llevado a los distintos especialistas a estudiar cada vez más las combinaciones entre varias componentes de una comida y no un alimento en sí mismo.

Hasta el momento, el aporte antioxidante total de las dietas se estima como la sumatoria de las capacidades antioxidantes individuales de los alimentos que forman una comida mixta⁶⁵.

Las investigaciones en el campo de la nutrición han demostrado de forma consistente que una dieta saludable se basa principalmente en el consumo de frutas, verduras, hortalizas, cereales integrales y leguminosas, con una presencia moderada de alimentos de origen animal este resultado evidentemente está en concordancia con el menor potencial antioxidante de los productos de origen animal respecto a los vegetales⁶⁹.

La dieta mediterránea, es un ejemplo de dieta saludable, en la que se alcanzan elevadas tazas antioxidantes. Se caracteriza por un alto consumo de frutas, vegetales, legumbres, frutos secos y cereales integrales; los cuales garantizan un significativo aporte de fibra dietética. El pescado y el aceite de oliva también presentan una alta frecuencia de consumo; este último constituye la principal fuente de grasa de la dieta, garantizando una elevada ingestión de ácidos grasos monoinsaturados. El consumo de vino, aves, cerdo y derivados

lácteos (queso, yogur) es moderado, mientras que la carne de res y la leche se ingieren en muy bajas cantidades⁷⁰.

Estudios epidemiológicos en poblaciones del Mediterráneo que consumen vegetales, así como en las comunidades asiáticas que ingieren té y otros productos derivados de la soya, han corroborado que dichas poblaciones están expuestas no solo a una menor incidencia de envejecimiento/mortalidad, sino también a un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares debido al consumo sustancial de alimentos ricos en antioxidantes, principalmente de naturaleza fenólica⁷¹.

Conclusiones

Aunque se ha reportado un aumento del estrés oxidativo en personas con enfermedades crónicas no transmisibles, y la relación entre el estrés oxidativo (marcadores de peroxidación lipídica, proteínas y ADN, antioxidantes endógenos y actividad antioxidante total) y el estado nutricional (mala nutrición, exceso de peso y antioxidante exógeno), no existe evidencia clínica consistente de que la suplementación con antioxidantes pueda revertir o atenuar el daño resultante del estrés oxidativo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Benzie F, Szeto T. Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing / antioxidant power essay. J Agric Food Chem [Internet]. 1999;47(2):633-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10563944/>
2. Guimarães R, Barros L, Carvalho Am, Sousa M, Morais J, Ferreira I. Aromatic plants as a source of important phytochemicals: Vitamins, sugars and fatty acids in *Cistus ladanifer*, *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus gunnii* leaves. Industrial Crops and Products [Internet]. 2009;30:427-30. Disponible en: <https://europepmc.org/article/agr/ind44265220>
3. Coronado M, Vega y León S, Gutiérrez R, Vázquez M, Radilla C. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev Chil Nutr [Internet]. 2015;42(2):206-12. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
4. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. Lancet [Internet]. 2016;388(10053):1659-724. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27733284/>
5. Arredondo A, Orozco E, Alcalde-Rabanal J, Navarro J, Azar A. Retos sobre la carga epidemiológica y económica para diabetes e hipertensión en México. Rev Saúde Pública [Internet]. 2018;52:23. Disponible en: https://www.scielo.br/pdf/rsp/v52/es_0034-8910-rsp-S1518-87872018052000293.pdf
6. González G, Fernández JD, Sánchez J, Rodríguez JJ, Quintero AG. Colesterolemia en adolescentes del sexo femenino de Morelos, México. Rev Chil Nutri [Internet]. 2005;32(2):134-41. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000200008.
7. Serra MA, Serra M, Viera M. Las enfermedades crónicas no transmisibles: magnitud actual y tendencias futuras. Rev Finlay [Internet]. 2018;8(2):140-8. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rf/v8n2/rf08208.pdf>
8. Figueroa D. Estado nutricional como factor y resultado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil. Rev Salud Pública [Internet]. 2004;6(2):140-55. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2004.v6n2/140-155/es>
9. Norma Oficial Mexicana. OM-043-SSA2-2012. Servicios Básicos de Salud. Promoción y Educación para la Salud en Materia Alimentaria. Criterios para brindar orientación [Internet]. 2013. Disponible en: <https://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-NOR37.pdf>

10. Casanueva E, Pérez-Lizaur AB, Arroyo P. Nutriología Médica. 3^{ra} ed. Editorial Médica Panamericana S.A. 2009. Disponible en: <https://editorial.tirant.com/es/libro/nutriologia-medica-9789687988740>
11. Manzur F, Suárez A, Moneriz C. Efectos y controversias de los ácidos grasos omega-3: effects and controversies. Rev Col Cardiol [Internet]. 2006;13(3):180-4. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v13n3/v13n3a7.pdf>
12. Hernández M. Recomendaciones nutricionales para el ser humano actualización. Investigaciones Biomédicas [Internet]. 2004;23(4):266-92. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v23n4/ibi11404.pdf>
13. Miquel J, Ramírez-Boscá A. Estrés oxidativo y suplementación antioxidante de la dieta en el envejecimiento, la aterosclerosis y la disfunción inmunitaria. Ars Pharm [Internet]. 2004;45(2):91-109. Disponible en: <https://farmacia.ugr.es/ars/pdf/283.pdf>
14. De la Cruz E, Ortega J, Moreno MI, Cañadas M, Ruiz-Risueño J. Micronutrientes antioxidantes y actividad física: evidencias de las necesidades de ingesta a partir de las nuevas tecnologías de evaluación y estudio del estrés oxidativo en el deporte. Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación [Internet]. 2008;13:11-14. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3457/345732278002.pdf>
15. Zalavras A, Fatouros IG, Deli CK, Draganidis D, Theodorou AA, Soulas D, Koutsioras Y, Koutedakis Y, Jamurtas AZ. Age-Related Responses in Circulating Markers of Redox Status in Healthy Adolescents and Adults during the Course of a Training Macrocycle. Oxid Med Cell Longev [Internet]. 2015;283921. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4402481/>
16. Burgoyne JR, Mongue-Din H, Eaton P, Shah AM. Redox signaling in cardiac physiology and pathology. Circulation Research [Internet]. 2012;111(8):1091-106. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/CIRCRESAHA.111.255216>
17. Sies H. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. Redox Biol [Internet]. 2015;4:180-3. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4309861/>
18. Radak Z, Ishihara K, Tekus E, Varga C, Posa A, Balogh L, Boldogh I, Koltai E. Exercise, oxidants, and antioxidants change the shape of the bell-shaped hormesis curve. Redox Biol [Internet]. 2017;12:285-90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5345970/>
19. Riverón-Forment G, Vilar-Gómez E, Calderín-Sollet Z, Martínez-Pérez Y, Pérez-Sieres N, Martínez-Bonne O, Valdés-Ramos L. Marcadores de daño oxidativo y defensa antioxidante en pacientes con hepatitis crónica C no respondedores al tratamiento con INF- α -PEG más ribavirina. Rev Biomed [Internet]. 2011;22:11-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2011/bio1111c.pdf>
20. Powers SK, Morton AB, Ahn B, Smuder AJ. Redox control of skeletal muscle atrophy. Free Radic Biol Med [Internet]. 2016;98:208-17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5006677/pdf/nihms767975.pdf>
21. Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. Plant Physiology [Internet]. 2006;141(2):312-22. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16760481/>
22. Ushio-Fukai M. Compartmentalization of redox signaling through NADPH oxidase-derived ROS. Antioxidants & Redox Signaling [Internet]. 2009;11(6):1289-99. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ars.2008.2333>
23. Nieman DC, Burke LM, Stear SJ, Castell LM. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance: part 24. Br J Sports Med [Internet]. 2011;45:1005-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21646366/>
24. Edeas M. Strategies to Target Mitochondria and Oxidative Stress by Antioxidants: Key Points and Perspectives. Pharm Res [Internet]. 2011;28(11):2771-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21918914/>
25. Powers SK, Radak Z, Ji LL. Exercise-induced oxidative stress: past, present and future. J Physiol [Internet]. 2016;594(18):5081-92. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5023699/pdf/TJP-594-5081.pdf>

26. Meydani D. Dietary antioxidants modulation of aging and immune-endothelial cell interaction. *Mech Ageing Dev* [Internet]. 1999;11:123-32. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10656531/>
27. Aruoma OI. Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 1994;32(7):671-83. Erratum in: *Food Chem Toxicol* [Internet]. 1994;32(12):1185. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8045480/>
28. Quirós-Sauceda AE, Oliver C-Y, Blumberg JB, Astiazaran-Garcia H, Wall-Medrano A, González-Aguilar GA. Processing 'Ataulfo' Mango into Juice Preserves the Bioavailability and Antioxidant Capacity of Its Phenolic Compounds. *Nutrients* [Internet]. 2017;9(10):1082. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/10/1082/htm>
29. Vasconcellos, JA. Alimentos funcionales. Conceptos y beneficios para la salud. En: *The World of Food Science*. [Internet]. 2007. Disponible en: http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/alimentos_funcionales/worldfoodscience/alimentosfuncionales.htm
30. Ferguson L. Role of plant polyphenols in genomic stability. *Mutat Res* [Internet]. 2001;475(1-2):89-111. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11295156/>
31. Young I, Woodside J. Antioxidant activity and phenolic in selected herbs. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2001;49(11):5165-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11714298/>
32. Gee JM, Johnson IT. Polyphenolic compounds: Interactions with the gut and implications for the man health. *Curr Med Chem* [Internet]. 2001;8(11):1245-55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11562264/>
33. Arts C, Hollman P, Kromhout D. Chocolate as a source of tea flavonoids. *Lancet* [Internet]. 1999;354(9177):488. Diponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10465183/>
34. Kris-Etheron PM, Keen CL. Evidence that the antioxidant flavonoids in tea and cocoa are beneficial for cardiovascular health. *Curr Opin Lipidol* [Internet]. 2002;13(1):41-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11790962/>
35. Herrlinger KA, Chirouzes DM, Ceddia MA. Supplementation with a polyphenolic blend improves post-exercise strength recovery and muscle soreness. *Food Nutr Res* [Internet]. 2015;59:1-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4685974/pdf/FNR-59-30034.pdf>
36. Nieman DC, Gillitt ND, Knab AM, Shanely RA, Pappan KL, Jin F, Lila MA. Influence of a Polyphenol-Enriched Protein Powder on Exercise-Induced Inflammation and Oxidative Stress in Athletes: A Randomized Trial Using a Metabolomics Approach. *PLoS One* [Internet]. 2013;8(8): e72215. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23967286/>
37. Herodez SS, Hadolin M, Skerget M, Knez Z. Solvent extraction of antioxidant from balm (*Melissa Officinalis* L) leaves. *Food Chem* [Internet]. 2003;80(2):275-82. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814602003825>
38. Kroon PA, Faduls CB, Ryden P, Robertson JA, Williamson G. Release of covalently bound ferulic acid from fiber in the human colon. *J Agric Food Chem* [Internet]. 1997;45(3):661-7. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9604403>
39. Kwik-Urbe C, Bektash RM. Cocoa flavonols-measurement, bioavailability and bioactivity. *Asia Pac J Clin Nutr* [Internet]. 2008;17(S1):280-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18296356/>
40. Scalbert A, Williamsom G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr* [Internet]. 2000;130(8S):2073S-85S. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10917926/>
41. Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* [Internet]. 1992;40(12):2379-83. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00024a011>
42. Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB, Kromhout D. Dietary antioxidant flavonoids and the risk of coronary heart disease: The zuphen Elderly Study. *Lancet* [Internet]. 1993;342(8878):1007-11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8105262/>
43. Lee MJ, Wang ZY, Li H, Chen L, Sun Y, Gobbo S, Balentine DA, Yang CS. Analysis of plasma and urinary tea polyphenols in human subjects. *Cancer Epidemiol. Biomark. Prev* [Internet]., 1995, 4, 393-399. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7655336/>
44. Frankel EN, Waterhouse AL, Teissedre PL. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density

- lipoproteins. *J Agric Food Chem* [Internet]. 1995;43(4):890-4. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00052a008>
45. Sacks FM, Lichtenstein A, Van Horn L, Harris W, Kris-Etherton P, Winston M; American Heart Association Nutrition Committee. Soy protein, isoflavones, and cardiovascular health: an American Heart Association Science Advisory for professionals from the Nutrition Committee. *Circulation* [Internet]. 2006;113,1034-44. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16418439/>
 46. González N, Durán S. Isoflavonas de soya y evidencias sobre la protección cardiovascular. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014;29(6):1271-82. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v29n6/07revision04.pdf>
 47. Pojer E, Mattivi F, Johnson D, Stockley CS. The Case for Anthocyanin Consumption to Promote Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [Internet]. 2013;12(5):483-508. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12024>
 48. Martínez G, Delgado R, Garrido G, Guevara M, García D, Páez E; Núñez AJ. Vimang, Nuevo Producto Natural Antioxidante. Mitos y Realidades de la Terapia Antioxidante. Edición Centro de Química Farmacéutica y Ministerio de Salud Pública. La Habana, Cuba. [Internet]. 2003. Disponible en: <http://www.sld.cu/sitios/mednat/docs/vimang.pdf>
 49. Santos-Buelga C, Scalbert A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J Food Sci Agric* [Internet]. 2000;80(7):1094-1117. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SIC%291097-0010%2820000515%2980%3A7%3C1094%3A%3AAID-JSFA569%3E3.0.CO%3B2-1>
 50. Martínez-Flores S, González-Gallego J, Culebras JM, Tun MJ. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. España. *Nutr. Hosp* [Internet]. 2002;XVII(6):271-8. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
 51. Rousseff RL, Martin SF, Youtsey CO. Quantitative survey of narirutin, naringin, hesperidin, and neoheperidin in citrus. *J Agric Food Chem* [Internet]. 1987;35(6):1027-30. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00078a040>
 52. García JD, García TE, Menéndez R, Buznego MT. Efecto antioxidante de los extractos fluido y de flavonoides del *Plecthranthus amboinicus* L. *Rev Cubana Plant Med* [Internet]. 1996;1(2):27-30. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v1n2/pla08296.pdf>
 53. Arbonés G, Carbajal A, Gonzalvo B, González-Gross M, Joyanes M, Marques-Lopes I, Martín ML, Martínez A, Montero P, Núñez C, Puigdueta I, Quer J, Rivero M, Roset MA, Sánchez-Muniz FJ, Vaquero MP. Nutrición y recomendaciones dietéticas para personas mayores: Grupo de trabajo "Salud pública" de la Sociedad Española de Nutrición (SEN). *Nutr Hosp* [Internet]. 2003;XVIII(3):109-37. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v18n3/revision.pdf>
 54. Zamora JD. Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Rev Chilena Nutr* [Internet]. 2007;34(1):17-26. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100002
 55. Benítez DE. Vitaminas y oxidorreductasas antioxidantes: defensa ante el estrés oxidativo. *Rev Cubana Invest Bioméd* [Internet]. 2006;25(2). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v25n2/ibi10206.pdf>
 56. Durán S, Reyes S, Gaete MC. Aporte de vitaminas y minerales por grupo de alimentos en estudiantes universitarios chilenos. *Nutr Hosp* [Internet]. 2013;28(3):830-8. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28n3/40_original36.pdf
 57. Suárez de Ronderos MP, Michelsen J. El papel del selenio y la vitamina E en la prevención y tratamiento del cáncer de próstata. *Rev Costarric Salud Pública* [Internet]. 2004;13(24):1-14. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292004000100001&lng=en
 58. Zorrilla AE. El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Rev Cubana Invest Bioméd* [Internet]. 2002;21(3):178-85. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v21n3/ibi06302.pdf>
 59. Fernández-Araque A, Giaquinta-Aranda A, Laudo-Pardos C, Rojo-Aragüés A-A. Los antioxidantes en el proceso de patologías oculares. *Nutr Hosp* [Internet]. 2017;34(2):469-78. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v34n2/1699-5198-nh-34-02-00469.pdf>

60. Gibson RS. Nutritional assessment: a laboratory manual. New York. Oxford University Press, 1993. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9519342>
61. Martin-Moreno JM, Gorgojo L. Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. Rev Esp Salud Pública [Internet]. 2007;81(5):507-18. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272007000500007&lng=es&nrm=iso
62. FAO/FIVIMS. Measurement and Assessment of Food Deprivation and Undernutrition. Proceedings of the International Scientific Symposium [Internet]. Rome, 2003. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y4249e/y4249e00.htm>
63. Ferro-Luzzi A. Keynote Paper: Individual food intake survey methods [Internet]. National Institute for Food and Nutrition Research. Rome, 2003. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y4249e/y4249e0a.htm>
64. Baranowski T, Domel SB. A cognitive model of children's reporting of food intake. Am J Clin Nutr [Internet]. 1994;59(1):212S–217S. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8279427/>
65. Saura-Calixto F, Goni I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. Food Chem [Internet]. 2006;94(3):442-7. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301042378>
66. Liu RH. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. Am J Clin Nutr [Internet]. 2003;78(3):517-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12936943/>
67. Rice-Evans CA. Measurement of total antioxidant activity as a marker of antioxidant status in vivo: Procedures and limitations. Free Radic Res [Internet]. 2000;33:S59-S66. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11191277/>
68. Ou B, Huang D, Hampsch-Woodill M, Flanagan JA, Deemer EK. Analysis of antioxidants activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidants power (FRAP) assays: a comparative study. J Agric Food Chem [Internet]. 2002;50:3122-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12009973/>
69. Dussallant C, Echeverría G, Urquiaga I, Velasco N, Rigotti A. Evidencia actual sobre los beneficios de la dieta mediterránea en salud. Rev Méd. Chile [Internet]. 2016;144(8):1044-52. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000800012&lng=es&nrm=iso
70. Halvorsen BL, Carlsen MH, Phillips KM, Bøhn SK, Holte K, Jacobs DR, Blomhoff R. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. Am J Clin Nutr [Internet]. 2006;84(1):95-135. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16825686/>
71. Weisburger JH. Prevention of cancer and other chronic diseases world-wide based on sound mechanisms. Biofactors [Internet]. 2000;12(1-4):73-81. Disponible en: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/biof.5520120112>