

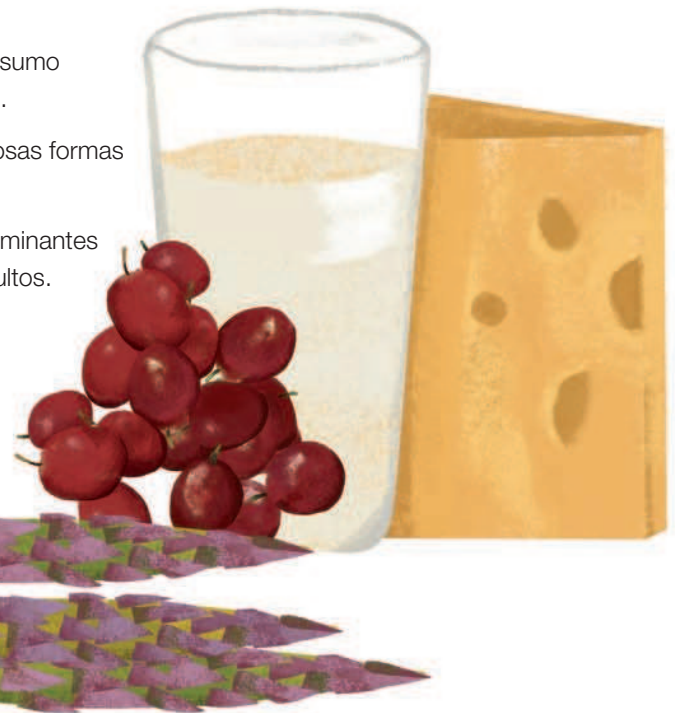
1. ¿Por qué necesitamos comer? Esencialidad de la energía y los nutrientes

FRANCISCA PÉREZ LLAMAS, CRISTINA MARTÍNEZ ROLDÁN,
ÁNGELES CARBAJAL AZCONA, SALVADOR ZAMORA NAVARRO



Conceptos clave

- La nutrición estudia la interacción de los organismos vivos con los alimentos.
- Los nutrientes son componentes alimentarios que nuestro organismo puede utilizar en su metabolismo con fines energéticos, estructurales o reguladores.
- Los nutrientes esenciales son sustancias necesarias para la salud que el organismo no es capaz de sintetizar, por lo que deben ser aportadas por la dieta.
- Existen unos 50 nutrientes esenciales en el ser humano: proteínas (8-9 aminoácidos [aa] esenciales), lípidos (2-3 ácidos grasos [AG] esenciales), hidratos de carbono (HC) (azúcares y almidón), 20 minerales, 13 vitaminas, agua y fibra.
- Todos los nutrientes son igualmente importantes para la salud, independientemente de sus necesidades diarias y la falta o el consumo excesivo de cualquiera de ellos pueden dar lugar a enfermedades.
- Existe una única manera de nutrirse adecuadamente pero numerosas formas de combinar alimentos o de alimentarse.
- La actividad física (AF) y el peso corporal son los principales determinantes de la gran diversidad en los requerimientos energéticos de los adultos.





1 • Introducción y conceptos básicos

La alimentación, los alimentos y la dieta tienen un importante papel en el mantenimiento de la salud y en la prevención de numerosas enfermedades. Cada día seleccionamos y consumimos alimentos que condicionan nuestro estado de salud, para bien y, en ocasiones, también para mal. Las deficiencias de hierro, yodo o vitamina A todavía afectan a una gran parte de la población, especialmente en países en vías de desarrollo. En los países desarrollados, las más prevalentes son, sin embargo, las denominadas enfermedades de la abundancia o enfermedades crónico-degenerativas (ECD) (obesidad, diabetes, enfermedad cardiovascular [ECV], hipertensión arterial [HTA], osteoporosis, algunos tipos de cáncer, etc.), en las que la dieta y sus componentes, nutrientes y no nutrientes, pue-

den estar implicados, como factores de protección o de riesgo (Figura 1). Hoy se sabe que entre un tercio y la mitad de los factores relacionados con las ECD son factores dietéticos. Podría pensarse que esto es algo poco esperanzador, pues hay que comer todos los días; sin embargo, este aspecto negativo tiene la contrapartida de que, a diferencia de otros factores como los genéticos, tenemos la posibilidad de prevenir o retrasar la aparición de la enfermedad modificando las características de nuestra dieta. Partimos de la base, por tanto, de que una gran proporción de las enfermedades que pueden prevenirse en la actualidad están relacionadas con nuestros hábitos alimentarios. En este sentido, hay un total consenso en la comunidad científica sobre el hecho de que la elección más importante que la población puede hacer para influir a medio y a largo plazo en su salud (aparte de dejar de fumar, aumentar la AF y evitar los

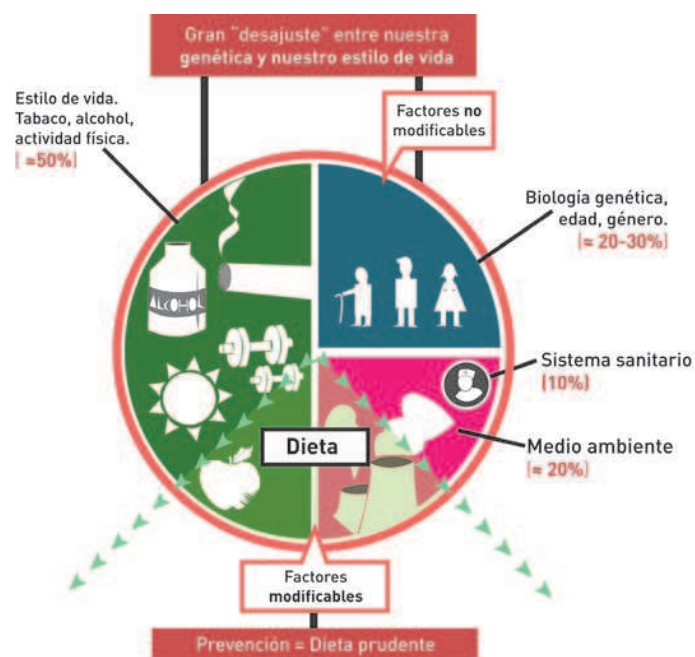


Figura 1. Factores implicados en las enfermedades crónico-degenerativas

accidentes de tráfico) es la modificación de la dieta. De aquí surge la necesidad de definir con la mayor precisión posible el concepto de dieta sana en términos de alimentos y nutrientes. Pero antes, veamos algunos conceptos básicos⁽¹⁻⁵⁾.

La **Nutrición** puede definirse como el conjunto de procesos mediante los cuales el hombre ingiere, absorbe, transforma y utiliza para su metabolismo las sustancias que se encuentran en los alimentos y que tienen que cumplir cuatro importantes objetivos:

- Suministrar energía para el mantenimiento de sus funciones vitales y para realizar AF: **función energética**.
- Aportar materiales para la formación, crecimiento y reparación de las estructuras corporales y también para la reproducción: **función estructural o plástica**.
- Suministrar las sustancias necesarias para regular todos los procesos metabólicos: **función reguladora**.
- Reducir el riesgo de algunas enfermedades.

Estos componentes de los alimentos se conocen con el nombre de **nutrientes**. Un **nutriente esencial** es toda sustancia, de estructura química

conocida, esencial para el mantenimiento de la salud que, sin embargo, a diferencia de otras, no puede formarse o sintetizarse dentro de nuestro cuerpo, por lo que debe ser aportada desde el exterior, a través de los alimentos y de la dieta. Además, si no se consume en cantidad y calidad suficientes, puede dar lugar a algún tipo de desnutrición y manifestarse en enfermedades (beriberi, escorbuto, etc.) que sólo se curarán cuando se consuma de nuevo el nutriente implicado. Surge así el concepto de esencialidad. La principal evidencia de que un nutriente es esencial es precisamente su capacidad de curar una determinada enfermedad nutricional.

En la actualidad, sabemos que de entre los múltiples y diversos componentes que forman el cuerpo humano, sólo unos 50 tienen el carácter de nutriente (Figura 2).

Las necesidades de cada nutriente son cuantitativamente muy diferentes. Así, proteínas, HC y grasas, que son los únicos que nos proporcionan energía o calorías, deben consumirse diariamente en cantidades de varios gramos y por eso se denominan **macronutrientes** (principios inmediatos). El resto, vitaminas y minerales (**micronutrientes**), se necesitan en cantidades

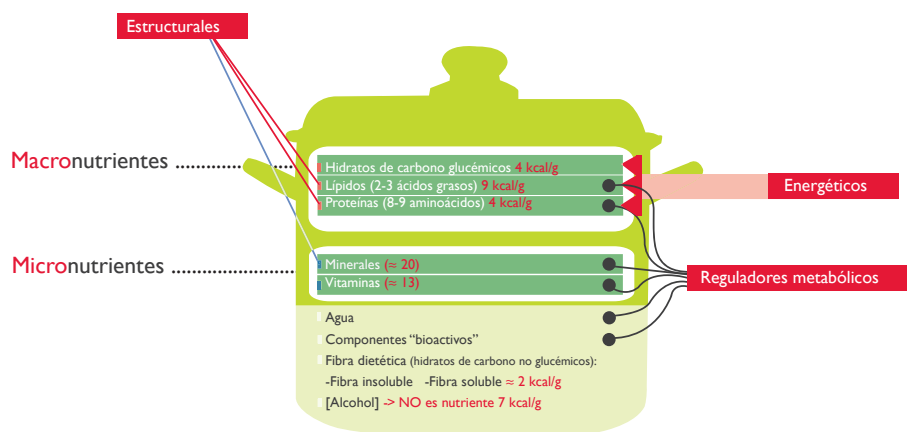


Figura 2. Componentes de los alimentos

(1)

Pérez-Llamas F, Garaulet M, Sánchez de Medina y col. Alimentación y salud. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. 2001.

(2)

Pérez-Llamas F, Zamora S. Nutrición y alimentación humana. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. 2002.

(3)

Carbajal A. La nutrición en la red. 2002. <http://www.ucm.es/info/nutri1/carbajal/index.htm>

(4)

Pinto JA, Carbajal A. La dieta equilibrada, prudente o saludable. Nutrición y Salud 1. DGSPA. Consejería de Sanidad y Consumo de Madrid, 2006. http://www.publicaciones-isp.org/productos/1._la_dieta_equilib._baja.pdf

(5)

Mataix J. Nutrición y alimentación humana. Tomo I. 2.ª ed. Editorial Ergon. 2009.



mucho menores: por ejemplo, de vitamina C necesitamos unos pocos miligramos (60-100 mg/día), igual ocurre con el cinc (15 mg/día) o el hierro (8-18 mg/día), y cantidades inferiores en el caso de las vitaminas B₁₂ o D (2-15 µg/día) (Tabla 1, Capítulo 4). Sin embargo, todos los nutrientes son igualmente importantes y la falta o el consumo excesivo de cualquiera de ellos pueden dar lugar a enfermedades.

Todos estos nutrientes están amplia y heterogéneamente repartidos en los alimentos, de manera que la **dieta** —es decir, los alimentos o mezclas de alimentos en las cantidades en que se consumen habitualmente— tiene la importante función de suministrar estas sustancias esenciales. La **Dietética** estudia la forma de proporcionar a cada persona o grupo de personas los alimentos necesarios para su adecuado desarrollo, según su estado fisiológico y sus circunstancias. Como dietas adecuadas y equilibradas hay muchas, la elección de la más correcta, según todos los condicionantes de cada persona, se convierte en un arte. Por eso hablamos de la Ciencia de la Nutrición y del Arte de la Dietética, en la que también interviene la **Gastronomía**, o la habilidad de preparar con los alimentos elegidos una buena comida: equilibrada, apetecible y con buena digestibilidad.



2 • Importancia de los nutrientes

2.1. Energía

Los seres humanos necesitamos para vivir, para llevar a cabo todas nuestras funciones, un aporte continuo de energía, suministrada por los alimentos que comemos y que se obtiene de la oxidación de los tres macronutrientes. Se denomina **valor energético o calórico de un alimento** a la cantidad de energía que se produce cuando es totalmente oxidado o metabolizado

para producir dióxido de carbono y agua (y también urea en el caso de las proteínas). En términos de kilocalorías, la oxidación de los alimentos en el organismo tiene como valor medio el siguiente rendimiento: proteína: 4 kcal/g; grasa: 9 kcal/g; HC: 4 kcal/g. Una parte de la fibra dietética (FD), la fibra fermentable, contribuye también aportando compuestos metabolizables que rinden unas 2 kcal/g. El alcohol etílico (que no es un nutriente) aportado por las bebidas alcohólicas también produce energía metabólicamente utilizable (7 kcal/g) cuando se consume moderadamente (< 30 g alcohol/día). Todos los alimentos son fuentes potenciales de energía pero en cantidades variables según su contenido en macronutrientes. Vitaminas, minerales y agua no suministran energía.

La energía se mide en kilocalorías (kcal)
o kilojulios (kJ)
1 kcal = 4,184 kJ
1 kcal = 1.000 calorías = 1 Caloría

Las **necesidades calóricas** equivalen a la cantidad de energía que debe consumir una persona para compensar el gasto, cuando su AF y composición corporal son compatibles con lo que se considera buena salud y para permitir un óptimo crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes, tejidos en gestación y secreción de leche durante el periodo de lactancia. En el caso de un adulto sano, bien nutrido y de peso estable y adecuado (índice de masa corporal [IMC] = 18,5-25 kg/m²), se corresponde con el **gasto energético total (GET)** y es también la ingesta calórica habitual. Al GET contribuyen tres componentes: 1) el gasto metabólico basal; 2) el efecto termogénico de la dieta (ETD), y 3) la energía necesaria para atender al desarrollo de la AF (GEA).

1. El gasto metabólico basal es la cantidad de energía imprescindible para el manteni-



miento de las funciones vitales en condiciones de reposo. En los niños también incluye el coste energético del crecimiento. A menos que la AF sea muy alta, éste es el mayor componente del GET (60-70%). No todas las personas tienen el mismo gasto metabólico basal, pues depende de la cantidad de tejidos corporales metabólicamente activos. Recordemos que la masa muscular es metabólicamente más activa que el tejido adiposo (TA). Está condicionado, por tanto, por la composición corporal, la edad y el género. La mujer, con menor proporción de masa muscular y mayor de grasa, tiene un gasto basal menor que el hombre (≈ 10% menos) expresado por unidad de peso. En un hombre adulto de unos 70 kg de peso equivale a 1,0 kcal/minuto y 0,9 en una mujer de 55 kg.

2. El efecto termogénico de la dieta, o termogénesis inducida por la dieta, es la energía necesaria para llevar a cabo los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los componentes de la dieta tras el consumo de alimentos en una comida (secreción de enzimas digestivos, transporte activo de nutrientes, formación de tejidos corporales, de reserva de grasa, glucógeno, proteína, etc.). Puede suponer entre un 10 y un 15% de las necesidades de energía, dependiendo de las características de la dieta. Las proteínas son las que presentan el mayor ETD (el 15-30% de la energía que aportan se pierde en forma de calor) y las grasas el menor (3-5%). El ejercicio y el consumo de compuestos fenólicos, cafeína, teofilina, etc., incrementan este efecto.

3. El gasto energético debido a la AF es la fracción más variable y a veces la más importante en la modificación del GET. Evidentemente, no necesita la misma cantidad de energía un atleta que entrene varias horas al día que las personas sedentarias (Tabla 1).

Tabla 1. Gasto energético por AF en un hombre de 70 kg de peso

	kcal/hora
Dormir	76
Estar sentado	118
Conducir	181
Caminar (5 km/hora)	265
Nadar a braza	445
Jugar al tenis	458
Jugar al fútbol	575
Subir escaleras	1.067

El GET puede calcularse a partir de la tasa metabólica en reposo (TMR) y de la AF desarrollada:

$$\text{GET (kcal/día)} = \text{TMR (kcal/día)} \times \text{AF}$$

La TMR puede estimarse empleando diversas ecuaciones (Tabla 2).

El gasto por AF se calcula multiplicando la TMR por distintos coeficientes (AF/nivel de AF [PAL]) según la actividad desarrollada (Tabla 3). (AF/PAL deseable = 1,75; media en población de países desarrollados [AF ligera] = 1,4).

Tabla 2. Ecuaciones para estimar la tasa metabólica en reposo (kcal/día)⁽⁶⁾

Edad (años)	Hombres	Mujeres
0-2	$(60,9 \times P) - 54$	$(61,0 \times P) - 51$
3-9	$(22,7 \times P) + 495$	$(22,5 \times P) + 499$
10-17	$(17,5 \times P) + 651$	$(12,2 \times P) + 746$
18-29	$(15,3 \times P) + 679$	$(14,7 \times P) + 496$
30-59	$(11,6 \times P) + 879$	$(8,7 \times P) + 829$
≥ 60	$(13,5 \times P) + 487$	$(10,5 \times P) + 596$

P: peso.

(6)
FAO/OMS/UNU. Expert Consultation Report. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724. WHO. Ginebra. 1985.





(6)

FAO/OMS/UNU. Expert Consultation Report. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724. WHO. Ginebra. 1985.

(7)

Gil A, Sánchez de Medina F. Bases fisiopatológicas y bioquímicas de la nutrición. En: Tratado de Nutrición. Tomo I. A Gil (ed.). Panamericana. 2010.

Tabla 3. Factores medios de actividad física múltiples de la tasa metabólica en reposo para estimar el gasto energético total⁽⁶⁾

	Hombres	Mujeres
Ligera/sedentaria	1,55	1,56
Moderada/activa	1,78	1,64
Alta/intensa	2,10	1,82
Muy intensa	>2,10	>1,82

Ejemplo. Hombre de 25 años, 75 kg y AF moderada:

$$\text{TMR} = (15,3 \times P) + 679 = 1.826,5 \text{ kcal/día}$$

Factor de AF moderada: 1,78

$$\text{GET (necesidades energéticas)} = \text{TMR} \times 1,78 = 1.826,5 \times 1,78 = 3.251 \text{ kcal/día}$$

En un individuo enfermo, además del factor de actividad (FA), se considera un factor corrector (FC) de estrés o de agresión (Tabla 4). De manera que:

$$\text{GET (kcal/día)} = \text{TMR (kcal/día)} \times \text{AF} \times \text{FC}$$

2.2. Proteínas

Las proteínas son el constituyente principal de las células y son necesarias para el crecimiento, la reparación y la permanente renovación de los tejidos corporales y esto determina su continua necesidad. También proporcionan energía (4 kcal/g)

pero, por razones fisiológicas y económicas, es poco recomendable utilizarlas para este fin. Sin embargo, si en la dieta no hay suficiente cantidad de grasas o HC, la proteína se usará para proporcionar energía. En estados interprandiales, los aa pueden convertirse en glucosa a través de la glucogénesis *de novo*, contribuyendo a evitar la hipoglucemia.

Los 20 aa que se combinan para formar las proteínas corporales pueden clasificarse en tres grandes grupos en función de su esencialidad o no:

- **No esenciales:** aquellos que pueden ser sintetizados por el organismo: alanina, ácido aspártico, ácido glutámico (Glu), arginina, glicina, prolina, hidroxiprolina y serina.
- **Condionalmente esenciales:** sólo son necesarios en algunas etapas de la vida o en determinadas situaciones:
 - Las necesidades exceden la capacidad de síntesis (histidina, en niños).
 - El aminoácido precursor (esencial) está en pequeñas cantidades (por ejemplo, cisteína a partir de metionina y tirosina a partir de fenilalanina).
 - En alteraciones metabólicas.
- **Esenciales o indispensables (nutrientes):** hay 8-9 aa que no pueden ser sintetizados por la especie humana, por lo que tienen que ser aportados por los alimentos, lo cual condiciona

Tabla 4. Factores correctores en personas enfermas u hospitalizadas⁽⁷⁾

Factor de actividad	Factor corrector por estrés, lesión o agresión	
Reposo en cama: 1,1-1,2	Malnutrición: 0,7	Quemaduras: 1,5-2,1
Reposo relativo: 1,3	Cirugía menor: 1,1-1,2	Quemaduras 30-50%: 1,7
Ambulatorio: 1,4-1,5	Cirugía mayor: 1,2-1,3	Quemaduras 50-70%: 1,8
	Infección moderada: 1,2	Quemaduras 70-90%: 2,0
	Infección severa: 1,2-1,6	Cáncer: 0,9-1,5
	Sepsis: 1,2-1,6	Fiebre (factor térmico): 1,1 por cada 1 °C > 37 °C
	Politraumatismo: 1,4-1,5	



su esencialidad, son: **fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina e histidina** (este último hasta los seis años).

El papel de los aa de la proteína de la dieta es incorporarse a los tejidos, y esto explica la necesidad de relacionar la proteína dietética con la corporal mediante el concepto de **calidad proteica**. Si la proteína ingerida tiene todos los aa esenciales en las proporciones necesarias para el ser humano, se dice que es de alto valor biológico (VB) y por tanto completamente utilizable. En general, las proteínas de los alimentos de origen animal tienen mayor VB que las vegetales, porque su composición en aa es más parecida a las proteínas corporales. De cualquier manera, la calidad individual de las proteínas es relativamente poco importante en dietas mixtas debido al fenómeno de **complementación/suplementación** entre proteínas distintas. Cuando dos alimentos que contienen proteínas con **aa limitantes** diferentes (lisina en la proteína del trigo y del arroz –pero muy ricas en metionina– y metionina en la de leguminosas –ricas en lisina–) se consumen en la misma comida (por ejemplo, en un potaje de garbanzos y arroz), el aminoácido de una proteína puede compensar la deficiencia de la otra, dando lugar a una proteína de alto VB.

2.3. Lípidos

Los lípidos (los triglicéridos, comúnmente llamados grasas, los fosfolípidos y los esteroides) son una fuente concentrada de energía (9 kcal/g). Las grasas se almacenan en células especializadas llamadas adipocitos y tienen importantes funciones:

- Reserva energética y protección.
- Son elementos estructurales indispensables que forman parte de membranas celulares.

- Intervienen en algunos procesos de la fisiología celular; por ejemplo, en la síntesis de hormonas esteroideas y de sales biliares (SB).
- Transportan las vitaminas liposolubles y son necesarios para su absorción.
- Contienen **AG esenciales** (el hombre no puede sintetizarlos): linoleico y α -linolénico (ALA), importantes en ciertas estructuras, principalmente en el sistema nervioso. Si no se consume una pequeña cantidad de estos AG esenciales (2-3% de la energía total), pueden producirse diversos trastornos. Los ácidos araquidónico (AA), eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) son también fisiológicamente importantes, aunque no son esenciales pues pueden sintetizarse a partir de los ácidos linoleico y ALA cuando estos últimos están disponibles.
- Intervienen en la regulación de la concentración plasmática de lípidos y lipoproteínas y también en la síntesis de prostaglandinas y compuestos relacionados.
- La grasa sirve de vehículo de muchos de los componentes de los alimentos que le confieren su sabor, olor y textura, contribuyendo, por tanto, a la palatabilidad de la dieta y, por ende, a su aceptación por el consumidor.

Químicamente, se clasifican en tres grandes grupos, aunque sus AG individuales tienen distintos efectos biológicos:

- **AG saturados (AGS)**: su estructura les confiere una gran estabilidad y la característica de ser sólidos a temperatura ambiente. Los AGS predominan en los alimentos de origen animal (tocino, sebo, carnes grasas, mantequilla, nata, quesos curados), aunque también se encuentran en grandes cantidades en algunos alimentos vegetales como los aceites de coco, palma y palmiste, también llamados aceites tropicales⁽⁸⁾.
- **AG monoinsaturados (AGM)**: el ácido oleico (C18:1 n-9) es el más representativo y se

(8)
Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L y col. *Tablas de composición de alimentos*. 15.ª ed. revisada y ampliada. Ediciones Pirámide. 2011.



encuentra en apreciable cantidad en muchos alimentos, especialmente en el aceite de oliva.

- **AG poliinsaturados (AGP):** presentan dos o más enlaces dobles que pueden reaccionar con el oxígeno del aire aumentando la posibilidad de enranciamiento de la grasa. Los pescados y algunos alimentos de origen vegetal, como los aceites vegetales, líquidos a temperatura ambiente, son ricos en AGP. Son de relevancia nutricional:
 - AGP omega-6 (n-6): ácido linoleico (esencial, C18:2 n-6), en aceites de semillas: girasol, maíz y soja, principalmente y AA (C20:4 n-6), sintetizado a partir del ácido linoleico, en alimentos de origen animal.
 - AGP omega-3 (n-3): ALA (esencial, C18:3 n-3) (aceite de soja, canola, lino, frutos secos, nueces... y semillas de lino) y ácidos EPA (C20:5 n-3) y DHA (C22:6 n-3) sintetizados a partir del ALA y presentes principalmente en los pescados grasos: salmón, sardinas, boquerones, etc. Estos AG tienen efectos cardioprotectores más allá de la mejora del perfil lipoproteico.

Tanto los AGM como los AGP pueden presentar isomerizaciones *cis* o *trans*. Estos últimos (principalmente isómeros C18:1 *trans*, formados por hidrogenación industrial destinada a endurecer los aceites y grasas y también presentes en el estómago de los animales rumiantes) pueden incrementar los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y reducir los de lipoproteínas de alta densidad (HDL).

Además de triglicéridos y fosfolípidos, los lípidos contienen también esteroides, como el **colesterol**, esencial para nuestro organismo. Es un componente importante de las membranas celulares; es precursor de sustancias como la vitamina D, las hormonas sexuales y componente de la bilis, e interviene en numerosos procesos metabólicos siendo imprescindible en la embri-

génesis y la división celular. Una parte importante de la cantidad necesaria puede ser sintetizada en nuestro cuerpo (colesterol endógeno, fabricado por el hígado en cantidades que rondan los 800-1.500 mg/día) y el resto, generalmente una cantidad no elevada, procede de los alimentos de origen animal (colesterol exógeno).

2.4. Hidratos de carbono

Los HC tienen como función primordial aportar energía (4 kcal/g). Además, son fundamentales en el metabolismo del sistema nervioso pues la glucosa proporciona casi toda la energía que utiliza el cerebro diariamente. La glucosa y su forma de almacenamiento, el glucógeno, suministran aproximadamente la mitad de toda la energía que los músculos y otros tejidos del organismo necesitan para llevar a cabo todas sus funciones (la otra mitad la obtienen de la grasa). En el metabolismo de los HC se forman compuestos imprescindibles para la síntesis de ácidos nucleicos (ADN, ARN) y esteroides. Son importantes en la metabolización de fármacos. Aproximadamente una décima parte puede transformarse en grasa, aspecto que acontece fundamentalmente cuando consumimos dietas con alto contenido en HC y energía. También confieren sabor y textura a los alimentos.

La unidad básica son los **monosacáridos** (o azúcares simples), de los que la glucosa, la fructosa y la galactosa son nutricionalmente los más relevantes. Entre los **disacáridos** destacan la sacarosa (glucosa + fructosa), la lactosa (el azúcar de la leche: glucosa + galactosa) y la maltosa (glucosa + glucosa). Los **polisacáridos o HC complejos** son moléculas largas de unidades de glucosa unidas entre sí por enlaces alfa o beta. Nutricionalmente, hay que distinguir dos grandes grupos:



- **HC complejos digeribles:** son polímeros de glucosa unidos por enlaces alfa que pueden ser hidrolizados por enzimas del aparato digestivo humano:
 - Almidón: sintetizado por vegetales. Durante la digestión, es hidrolizado liberando las moléculas de glucosa que utilizamos para obtener energía.
 - Glucógeno: sintetizado por los animales, se almacena en pequeñas cantidades en el músculo y en el hígado, como reserva energética. No es un componente significativo en la dieta puesto que, tras la muerte del animal, se degrada nuevamente a glucosa.
- **HC complejos no digeribles o FD:** en este grupo se incluyen otros polisacáridos no amiláceos de muy diversa estructura, pero con una característica común: el aparato digestivo humano no dispone de enzimas para hidrolizar los enlaces beta de sus polímeros, por lo que llegan sin digerir al colon (Capítulo 2.1.).

2.5. Vitaminas

Las vitaminas son micronutrientes orgánicos, sin valor energético, necesarias en muy pequeñas cantidades y que deben ser aportadas por la dieta para mantener la salud. Algunas pueden formarse en cantidades variables en el organismo (por ejemplo, las vitaminas D, K₂, niacina, B₁, B₂ y B₆); sin embargo, generalmente esta síntesis no es suficiente para cubrir las necesidades diarias, de ahí su esencialidad (Tabla 1, Capítulo 4). Su gran importancia queda demostrada por la aparición de las **enfermedades carenciales** que provoca su falta en la dieta. Pero, además, hoy se sabe que tienen un papel destacado en la prevención de algunas de las enfermedades crónicas (EC) más prevalentes. La vitamina C, por ejemplo, no sólo previene el escorbuto (enfermedad deficitaria), también parece proteger o prevenir la aparición de ciertos tipos de cáncer,

debido entre otros aspectos a su acción antioxidante. Los folatos ayudan a prevenir defectos del tubo neural (DTN) durante el desarrollo fetal y a controlar los niveles de homocisteína, un factor de riesgo independiente de ECV.

Estos micronutrientes son químicamente muy heterogéneos y clásicamente se han clasificado en dos grandes grupos en función de su solubilidad:

- **Liposolubles:** vitaminas A, D, E y K, vehiculizadas generalmente en la grasa de los alimentos. Pueden acumularse y provocar toxicidad cuando se ingieren en grandes cantidades.
- **Hidrosolubles:** vitaminas del grupo B y vitamina C, contenidas en los compartimentos acuosos de los alimentos.

En la **Tabla 5** se resumen las principales funciones, fuentes dietéticas, ingestas dietéticas de referencia (IDR), ingestas máximas tolerables (IMT) y efectos de las deficiencias de las vitaminas.

Es importante conocer la **disponibilidad** de las vitaminas en los alimentos y su **biodisponibilidad**. La primera depende de la cantidad de vitamina que contiene el alimento, la segunda de la cantidad absorbida y utilizada por el organismo. En esta última influyen numerosos factores: eficacia de la absorción por presencia o no de otras sustancias, estado nutricional o método de preparación al que se somete el alimento, entre otros. Las vitaminas son muy sensibles a diferentes agentes físicos y químicos (calor, luz, oxidantes, reductores, humedad, ácidos, bases), por lo que pueden sufrir pérdidas durante los procesos culinarios, especialmente la vitamina C, el ácido fólico y la tiamina. La radiación ultravioleta del sol o de los fluorescentes puede destruir parte de la riboflavina y parte de las vitaminas hidrosolubles pueden ser también eliminadas con el agua de lavado y de cocción.



Tabla 5. Principales funciones y fuentes dietéticas de las vitaminas

Denominaciones		Funciones
	Vitamina A (retinol carotenos provitamina A)	Esencial para la visión. Síntesis proteica y diferenciación celular (mantiene la integridad del tejido epitelial y de la piel). Reproducción, crecimiento y desarrollo. Desarrollo de huesos y dientes. Inmunidad. Las necesidades de vitamina A están cubiertas por el retinol preformado y por la provitamina A (carotenos). (La actividad vitamínica A se expresa como ER = retinol + carotenos provitamínicos). El β -caroteno una vez transformado en retinol en el organismo tiene las mismas funciones que la vitamina A. Los carotenos tienen también un importante papel antioxidante.
	Vitamina D (colecalfiferol, ergocalciferol)	Formación y mantenimiento de huesos y dientes (aumenta la absorción de Ca y P en el aparato digestivo y estimula su reabsorción renal).
	Vitamina E (tocoferoles)	Antioxidante (estabilización de membranas, regulación de reacciones de oxidación, protección de AGP y de vitamina A). Protege a los eritrocitos de la hemólisis.
	Vitamina K (filoquinona, menaquinona)	Activación de los factores de la coagulación. Metabolismo óseo.
	Tiamina (vitamina B ₁)	Forma parte del coenzima pirofosfato de tiamina, necesario en el metabolismo energético. Interviene en la función nerviosa.
	Riboflavina (vitamina B ₂)	Forma parte de coenzimas necesarios en el metabolismo energético. Salud de piel y ojos.
	Niacina (EN, nicotinamida, vitamina B ₃ , PP)	Forma parte de coenzimas necesarios en el metabolismo energético. Salud de la piel, el sistema nervioso y el aparato digestivo. Interviene en el metabolismo celular.
	Vitamina B₆ (piridoxina, piridoxal, piridoxamina)	Forma parte de coenzimas necesarios en el metabolismo de aa y AG. Interviene en la conversión de triptófano en niacina y en serotonina. Interviene en la formación de glóbulos rojos.
	Folato (EFD, ácido fólico vitamina B ₉)	Forma parte de los coenzimas THF y DHF necesarios en la síntesis de ADN y, por tanto, es importante en la división celular. Esencial para la maduración normal de eritrocitos. Metabolismo de metionina/homocisteína.
	Vitamina B₁₂ (cobalaminas)	Forma parte de coenzimas necesarios en la biosíntesis de ácidos nucleicos. Contribuye a mantener la integridad de las células nerviosas. Participa en el metabolismo del folato. Interviene en la hidrólisis de algunos AG y aa. Metabolismo de metionina/homocisteína.
	Biotina (vitamina B ₈)	Forma parte de un coenzima necesario en el metabolismo energético y de aa y en la síntesis de lípidos y de glucógeno.
	Ácido pantoténico (vitamina B ₅)	Forma parte del coenzima A necesario en el metabolismo energético, de HC, proteínas y grasas.
	Vitamina C (ácido ascórbico)	Síntesis de colágeno (importante en la integridad capilar). Antioxidante. Interviene en la síntesis de tiroxina, en el metabolismo de aa, en la resistencia a las infecciones y aumenta la absorción del hierro no hemo.

aa: aminoácidos; AG: ácidos grasos; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; Ca: calcio; DHF: dihidrofolato; ER: equivalentes de retinol; HC: hidratos de carbono; IDR: ingestas dietéticas de referencia;

IMT: ingesta máxima tolerable P: fósforo; SNC: sistema nervioso central; THF: tetrahidrofolato.

*La deficiencia o desequilibrio de muchas vitaminas puede ser un factor de riesgo en algunas EC (ECV, diabetes, cáncer, neurodegenerativas, etc.).

**La IMT para vitamina E, niacina y folato se aplica a las formas sintéticas obtenidas a partir de suplementos, alimentos fortificados o a ambos.

- No hay información suficiente para establecer de momento una IMT para estos nutrientes. En estos casos, la ingesta de cantidades superiores a las recomendadas debe hacerse con mayor precaución.

Deficiencia y efectos de la misma en la salud*	Fuentes	IDR en adultos	IMT
Ceguera, xerofthalmia y queratinización de la piel. Alteraciones en el crecimiento y desarrollo. Menor resistencia a las infecciones.	Retinol: lácteos enteros, huevos e hígado. Carotenos: espinacas y vegetales de hoja verde, zanahorias, albaricoques, melón, lechuga, tomates, espárragos.	800-1.000 µg	3.000 µg/día de retinol
Raquitismo: pobre mineralización del hueso. Osteomalacia: desmineralización ósea. Osteoporosis: baja densidad ósea.	Pescados grasos, lácteos enteros, huevos, hígado. Síntesis cutánea por exposición al sol.	5-15 µg	50 µg/día (2.000 UI/día)
Disfunción neuromuscular:	Aceites vegetales. Frutos secos.	10-12 mg	1.000 mg/día**
Alteración de la coagulación y hemorragias.	Repollo, coles, coliflor, espinacas, brécol, lechuga, lombarda, perejil, carnes, hígado. Síntesis por bacterias intestinales.	90-120 µg	–
Daño nervioso periférico (beriberi) o lesiones en el SNC (síndrome de Wernicke-Korsakoff).	Carne de cerdo, cereales, legumbres, frutos secos.	1,1-1,2 mg	–
Lesiones en la comisura de la boca, labios y lengua. Dermatitis seborreica.	Lácteos, vegetales de hoja verde, cereales integrales.	1,1-1,3 mg	–
Pelagra: dermatitis fotosensible, psicosis depresiva.	Leche, huevos, carne, pollo, pescados, cereales, frutos secos, legumbres. Síntesis a partir de triptófano.	14-20 mg EN	35 mg/día**
Alteraciones del metabolismo de los aa. Convulsiones.	Ampliamente repartida. Carnes, pescados, pollo, legumbres, frutas, cereales integrales, vegetales de hoja y verdes.	1,3-2,1 mg	100 mg/día
Anemia megaloblástica.	Vegetales de hoja verde (espinacas, acelgas), legumbres, frutos secos, hígado, pan integral	400 µg EFD	1.000 µg/día**
Anemia perniciosa, alteraciones neurológicas.	Alimentos de origen animal (carnes, pescados, pollo, lácteos, huevos).	2 µg	–
Pérdida de pelo, dermatitis y alteraciones neuromusculares.	Ampliamente repartida. Vísceras, yema de huevo, soja, pescados, cereales integrales.	30 µg	–
Daño nervioso periférico.	Ampliamente repartido. Vísceras, setas, aguacate, brécol, cereales integrales.	5 mg	–
Escorbuto: alteración del cicatrizado de heridas, hemorragias subcutáneas, debilidad muscular.	Frutas, especialmente cítricos, kiwi, fresas; pimientos, lechuga, tomates, coles.	60 mg	2.000 mg/día

Tabla 6. Principales funciones y fuentes dietéticas de los minerales

Denominaciones		Funciones
	Calcio	Mineralización de estructuras óseas (el 99% está en huesos y dientes). Crecimiento. Interviene en la contracción muscular y en la relajación, en el funcionamiento nervioso, en la coagulación de la sangre, en la PA y en el sistema inmunitario.
	Fósforo	Mineralización de huesos y dientes. Forma parte de fosfolípidos de membrana. Componente del ATP y del material genético. Regulación del pH.
	Magnesio	Mineralización del hueso. Contracción muscular y transmisión del impulso nervioso. Activador de múltiples enzimas. Funcionamiento del sistema inmunitario.
	Potasio	Principal catión intracelular. Regula el volumen de líquido corporal y el balance de electrolitos. Facilita muchas reacciones. Mantiene la integridad de las células. Interviene en la transmisión del impulso nervioso y en la contracción muscular.
	Sodio	Principal catión de líquidos extracelulares y responsable del 95% de su osmolaridad. Regula el volumen de líquido corporal y el balance de electrolitos. Interviene en la transmisión del impulso nervioso y en la contracción muscular.
	Cloruro	Anión principalmente extracelular. Regula el volumen de líquido corporal y el balance de electrolitos. Componente del ácido clorhídrico gástrico.
	Hierro	Forma parte de la Hb y de la mioglobina del músculo (transporte de oxígeno). Necesario para la utilización de la energía por parte de la célula. Prooxidante.
	Cinc	Componente de numerosas enzimas y de la insulina. Interviene en la formación de material genético, en la síntesis proteica, en las reacciones inmunitarias, en el transporte de la vitamina A, en la sensación gustativa, en la cicatrización de las heridas, en el normal desarrollo del feto. Importante en el crecimiento.
	Yodo	Componente de hormonas tiroideas que ayudan a regular el crecimiento, desarrollo y la maduración y la tasa metabólica.
	Selenio	Forma parte de numerosas enzimas. Protege al cuerpo de la oxidación. Interviene en el metabolismo de las grasas y de la vitamina E.
	Cobre	Necesario para la absorción y el uso del hierro en la formación de Hb. Forma parte de diversas enzimas. Prooxidante.
	Flúor	Presente en huesos y dientes. Fortalece el diente. Previene la caries. En exceso se puede producir fluorosis.
	Manganeso	Componente de sistemas enzimáticos esenciales. Interviene en muchos procesos celulares.
	Cromo	Relacionado con el metabolismo de la glucosa y con la insulina.

ATP: trifosfato de adenosina; EC: enfermedad crónica; ECV: enfermedad cardiovascular; Hb: hemoglobina; IDR: ingestas dietéticas de referencia; IMT: ingesta máxima tolerable; PA: presión arterial.

*La deficiencia o desequilibrio de muchos minerales puede ser un factor de riesgo en algunas EC (ECV, diabetes, cáncer; neurodegenerativas, etc.).

**Convencionalmente, los requerimientos de fósforo se han establecido de acuerdo con los de calcio según la relación 1/1 en términos de masa (mg). Sin embargo, en el cuerpo estos componentes están en cantidades equimolares, por lo que parece más racional establecer la relación en estos términos: Ca/P = 1/1 molar; [40 g Ca/30,9 g P] = 1,3/1, en gramos (las recomendaciones de fósforo serán iguales a las de calcio en mmol). Esta relación puede tener utilidad práctica en situaciones de crecimiento rápido pero, sin embargo, no parece tener una relevancia demostrada en adultos.

***La IMT para el magnesio no incluye la ingesta procedente de alimentos y agua, sólo representa la ingesta a partir de preparados farmacológicos.

– No hay información suficiente para establecer de momento una IMT para estos nutrientes. En estos casos, la ingesta de cantidades superiores a las recomendadas debe hacerse con mayor precaución.

Deficiencia y efectos de la misma en la salud*	Fuentes	IDR en adultos	IMT
Desmineralización ósea, osteoporosis, irritabilidad, palpitaciones.	Lácteos, espinas de pescados pequeños comidos enteros o enlatados, algunas hortalizas y legumbres.	800-1.200 mg	2.500 mg/día
Fatiga, respiración irregular, alteraciones nerviosas, debilidad muscular.	Alimentos de origen animal: carnes, pescados, pollo, huevos, leche.	**	4.000 mg/día
Desorientación, irritabilidad, nerviosismo, temblor, disfunción muscular; pérdida de control muscular.	Frutos secos, legumbres, cereales, vegetales de hoja verde, chocolate y cacao	300-400 mg	350 mg/día***
Debilidad, confusión mental y fallo cardíaco.	Alimentos de origen vegetal: legumbres, verduras, cereales, frutas.	3.100-3.500 mg	—
Hiponatremia. Náuseas, vómitos, calambres, convulsiones.	Sal de mesa, alimentos de origen animal, alimentos procesados.	500-2.400 mg	—
	Sal de mesa, alimentos procesados, carnes, lácteos, huevos.	750-3.400 mg	—
Anemia (palidez, debilidad, fatiga, problemas respiratorios). Mayor susceptibilidad a las infecciones.	Carnes rojas, vísceras, embutidos, pescados, pollo, huevos, legumbres, frutos secos.	8-18 mg	45 mg/día
Retraso en el crecimiento y en la maduración sexual. Fatiga, pérdida de sensación gustativa y olfativa, cicatrización lenta de heridas.	Alimentos proteicos (carnes, pescados, pollo), cereales integrales.	15 mg	40 mg/día
Bocio. Hipotiroidismo (debilidad, ganancia de peso, baja concentración, edema, mialgias, piel seca). Cretinismo (deficiencia de yodo en el feto).	Sal yodada, mariscos, lácteos, pan.	100-150 µg	1.100 µg/día
Enfermedad de Keshan (un tipo de enfermedad cardíaca).	Mariscos, carnes, cereales.	40-70 µg	400 µg/día
Diarrea, debilidad general y malformaciones óseas.	Mariscos, frutos secos, cereales, legumbres.	1-1,4 mg	5 mg/día
Caries dental.	Agua de bebida (si lo lleva), mariscos.	3-4 mg	10 mg/día
Alteraciones de la motilidad, vértigo, pérdida de audición.	Ampliamente distribuido.	1,8-2,3 mg	11 mg/día
Intolerancia a la glucosa.	Carnes, alimentos no refinados, aceites vegetales.	25-35 µg	—



2.6. Minerales

Actualmente se conocen unos 20 minerales esenciales para el ser humano. Según las cantidades en que sean necesarios y se encuentren en los tejidos corporales se distinguen dos grandes grupos:

- **Macrominerales:** calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloruro y azufre.
- **Microminerales, oligoelementos o elementos traza:** hierro, cinc, yodo, selenio, flúor, manganeso, cromo, cobre y molibdeno.

Los minerales, como las vitaminas, no suministran energía al organismo pero tienen importantes funciones reguladoras, además de su función plástica al formar parte de la estructura de muchos tejidos. Son constituyentes de huesos y dientes, controlan la composición de los líquidos extracelulares e intracelulares y forman parte de enzimas y otras proteínas que intervienen en el metabolismo, como las necesarias para la producción y utilización de la energía.

Los minerales son elementos inorgánicos que no se alteran por el calor, el oxígeno o los ácidos. Únicamente pueden perderse por lixiviación (en el agua de lavado y cocción de los alimentos, cuando ésta no se consume). No obstante, los minerales sufren procesos de oxidación-reducción. El hierro, por ejemplo, puede combinarse temporalmente con otros elementos formando sales, y posteriormente liberarse y ser utilizado. En general, a diferencia de las vitaminas, no requieren un cuidado especial cuando los alimentos que los contienen se someten a procesos culinarios.

Su biodisponibilidad es variable y depende de numerosos factores. Por ejemplo, hay alimentos que contienen sustancias que son capaces de unirse a algunos minerales formando compuestos complejos que el organismo no puede absorber, reduciendo significativamente su biodisponibilidad. Este es el caso del ácido fítico (fitatos), que se encuentra principalmente en los cereales, o del ácido oxálico (oxalatos) de las espinacas, que disminuyen la absorción del hierro y del calcio, respectivamente. En otros casos, la presencia de vitamina C o de proteína de buena calidad puede mejorar la biodisponibilidad del hierro, al aumentar su absorción. En algunos minerales, la absorción depende claramente de su estado de valencia.

En la **Tabla 6** se resumen las principales funciones, fuentes dietéticas, IDR, IMT y efectos de las deficiencias de los minerales.

PÁGINAS WEB DE INTERÉS

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN): <http://www.aesan.msps.es/AESAN/web/nutricion/nutricion.shtml>

Libros Digitales sobre Nutrición y Salud: http://www.nutrinfo.com/libros_nutricion_e-books.php

Sociedad Española de Nutrición (SEN): <http://www.sennutricion.org/es/inicio>

Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC): <http://www.nutricioncomunitaria.org/>

The European Food Information Council (EUFIC): <http://www.eufic.org/index/es/>

Siglas utilizadas en este capítulo

AA: ácido araquidónico; **aa:** aminoácidos; **AF:** actividad física; **AG:** ácidos grasos; **AGM:** ácidos grasos monoinsaturados; **AGP:** ácidos grasos poliinsaturados; **AGS:** ácidos grasos saturados; **ALA:** ácido α -linolénico; **DHA:** ácido docosahexaenoico; **DHF:** dihidrofolato; **EC:** enfermedad crónica; **ECD:** enfermedad crónico-degenerativa; **ECV:** enfermedad cardiovascular; **EFD:** equivalentes de folato dietético; **EN:** equivalentes de niacina; **EPA:** ácido eicosapentaenoico; **ER:** equivalentes de retinol; **ETD:** efecto termogénico de la dieta; **FD:** fibra dietética; **GET:** gasto energético total; **Hb:** hemoglobina; **HC:** hidratos de carbono; **HTA:** hipertensión arterial; **IDR:** ingestas dietéticas de referencia; **IMT:** ingesta máxima tolerable; **P:** peso; **PA:** presión arterial; **SNC:** sistema nervioso central; **THF:** tetrahidrofolato; **TMR:** tasa metabólica en reposo; **VB:** valor biológico.

