

11. Vitaminas

- Un poco de historia
- Vitaminas
- Vitamina A, retinol, carotenos (provitamina A), equivalentes de retinol
- Vitamina D
- Vitamina E
- Vitamina K
- Vitamina B1 o Tiamina
- Vitamina B2 o Riboflavina
- Vitamina B3, Niacina o Vitamina PP
- Vitamina B5 o Ácido Pantoténico
- Vitamina B6 o Piridoxina
- Vitamina B8 o Biotina
- Ácido fólico o Vitamina B9
- Vitamina B12 o Cianocobalamina
- Vitamina C o Ácido Ascórbico
- Antioxidantes

- **Un poco de historia**

Era descriptiva

2600 aC se describe el Beri-Beri en China.

1550 aC en el Papiro de Ebers aparece descrito el Escorbuto

Hipócrates (466-377aC) “ingestión de hígado para curar la ceguera nocturna”

Era empírica

En el siglo XVI los marinos descubrieron la eficacia de la cocción de las agujas de pino y del zumo de limón para tratar o prevenir el escorbuto que aparecía en los largos viajes marítimos.

1645-50 se describe el raquitismo.

1782 se usa el aceite de hígado de bacalao en su tratamiento.

Gaspar Casal (Gerona, 1680-1759) en España describe la pelagra: “mal de la rosa” (1735) por fallo en la dieta. “Hª Natural y Médica del Principado de Asturias”

James Lind (1716-1794)

1750 trata el escorbuto con zumo de limón.

“Tratado sobre el escorbuto” (1753)

Era experimental

1890 Factor nutricional imprescindible

Se provoca la enfermedad carencial

Concepto revolucionario: la noción de que el hombre debería tomar en su alimentación cotidiana un factor nutricional indispensable para la vida.

1881. N Lunin (1844-1920). Basilea (Suiza). Prepara una **dieta sintética** (mezcla artificial de componentes purificados de leche) + agua.

“A la dieta sintética le falta alguna sustancia desconocida sin la cual no puede llevarse a cabo la vida”.

“Un alimento natural como la leche debe, por tanto, contener, aparte de sus ingredientes conocidos, pequeñas cantidades de sustancias desconocidas, esenciales para la vida”

1884-85. Kanehiro Takaki (1849-1820). Médico japonés. Erradica el Beri-beri de la Marina Imperial Japonesa, añadiendo carne, fruta y cereales integrales a la dieta habitual de los marineros.

Relaciona la enfermedad con una deficiencia en la dieta, pero se equivocó pensando que se trataba de la proteína.

- 1910 se aísla la vitamina B1 o Tiamina
- 1936 estructura y síntesis

1897. Christian Eijkman (1858-1930). Holandés que trabajaba en la isla de Java (Indonesia). Provoca el Beri-beri en pollos alimentándolos con una dieta que sólo contenía arroz pulido (**Enfermedad carencial**)

Las aves curaban cuando se les daba arroz integral o la cascarilla del arroz.

1901. Gerrit Grijns (1865-1944), asistente de Eijkman. Probablemente fue el primero en tener una idea clara de que el beri-beri era una enfermedad deficitaria e intentó aislar el componente “protector” del alimento. (Ausencia de un factor nutricional)

1905. Cornelius Adrianus Pekelharing (1848-1922). Utrecht (Holanda). “En la leche hay una sustancia que, incluso en pequeñas cantidades, es necesaria para la vida y sin la cual el animal pierde la capacidad de usar los otros componentes de la dieta”. Trabajo escrito en holandés.

*Descubrimiento de los nutrientes
“The golden age of Nutrition”
(Carpenter, 2003)*

El “milagro” de las vitaminas

“descubrimiento tan importante como el de las vacunas o el saneamiento de las aguas” (Trichopoulos y col., 2000)

1881. N Lunin (1844-1920). Basilea (Suiza)
“A la dieta sintética (mezcla artificial de componentes purificados de leche) + agua le falta alguna sustancia desconocida sin la cual no puede llevarse a cabo la vida”. **Dieta sintética**

1897. Christian Eijkman (1858-1930).
Holandés que trabajaba en la isla de Java (Indonesia).
Provoca el Beri-beri en pollos alimentándolos con una dieta que sólo contenía arroz pulido.
Las aves curaban cuando se les daba arroz integral o la cascarilla del arroz. **Enfermedad carencial**

1905. Cornelius Adrianus Pekelharing (1848-1922). Utrecht (Holanda).
Dieta sintética + agua + **leche**.
“En la leche hay una sustancia que, incluso en pequeñas cantidades, es necesaria para la vida y sin la cual el animal pierde la capacidad de usar los otros componentes de la dieta”. Trabajo escrito en holandés.



Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

1911. Casimir Funk (1884-1967). Bioquímico Polaco que trabaja en el Instituto Pasteur de París. Aisló un concentrado del agua usada para refinar el arroz que curaba la enfermedad. VITAMINA (Amina vital)

1920. Jack Cecil Drummond (1891-1952), sugiere que se elimine la “e” final: VITAMIN

1906-1912. Sir Frederick Hopkins (1861-1947). Bioquímico inglés. Establece la existencia de las vitaminas. “En los alimentos naturales, como en este caso la leche, existen sustancias que en pequeña cantidad son necesarias para la nutrición de los animales: “factores accesorios de la alimentación”.

1912. “Feeding experiments illustrating the importance of accessory factors in normal dietaries”. J Physiol 1912;44:425-460.

- Concepto de “enfermedad carencial”.
- Alimentos: portadores de “reguladores metabólicos”.

1906-1912. Frederick Gowland Hopkins (1861-1947). Bioquímico inglés.
Establece la existencia de las vitaminas.



“En los alimentos naturales, como en este caso la leche, existen sustancias que en pequeña cantidad son necesarias para la nutrición de los animales: “factores accesorios de la alimentación”.

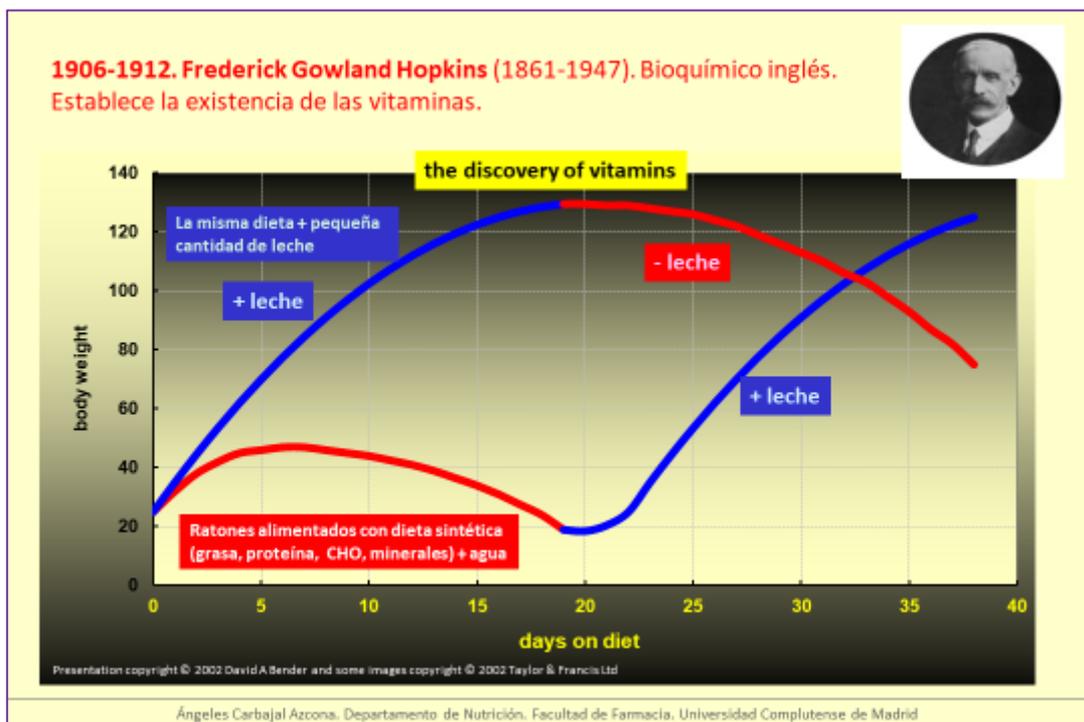
(“Feeding experiments illustrating the importance of accessory factors in normal dietaries”. J Physiol 1912;44:425-460).

Concepto de “enfermedad carencial”.

Alimentos: portadores de “reguladores metabólicos” = **vitaminas**.

Premio Nobel de Medicina (1929) junto con el holandés Eijkman.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



1929. Premio Nobel de Medicina junto con el holandés Eijkman.

The Earlier History of Vitamin Research. Nobel Lecture, December 11, 1929

http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1929/hopkins-lecture.html

<http://nobelprize.org/medicine/laureates/1929/eijkman-lecture.html>

<http://nobelprize.org/medicine/articles/carpenter/index.html>

<http://nobelprize.org/medicine/laureates/1929/>

Rosenfeld L. Vitamine-Vitamin. The early years of discovery,

<http://www.clinchem.org/cgi/reprint/43/4/680>

Era de la química

1910-1950 Se aíslan y se sintetizan (da lugar a una quincena de premios Nóbel)

1942 vitamina B₁₂

Era industrial

Después del comienzo de T Reichstein en 1933, se pasa del laboratorio de investigación a la fabricación en grandes cantidades de las vitaminas.

1ª síntesis industrial: vitamina C (Hoffman-La Roche, Basilea, Suiza)

Era actual

1940-50 Ingestas recomendadas

1980 Nuevas propiedades de las vitaminas:

- Papel protector en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles: ECV, cáncer, ...
- Terapéuticas: Acción farmacológica del ácido nicotínico (1955) (hipolipemiante) y retinoides (1968) (diferenciación celular)

Uso de megadosis y suplementos → se marcan los *upper levels*

Alta prevalencia de carencias subclínicas en países desarrollados (dietas de adelgazamiento, dietas vegetarianas mal programadas, consumo de calorías vacías interacción nutriente-fármaco, alcoholismo, ..).

Carencias, por falta de alimentos, en el resto del mundo.

Alta prevalencia de deficiencia de vitamina A, ácido fólico y vitamina D.



• **Vitaminas**

Las vitaminas son micronutrientes orgánicos, sin valor energético, necesarias para el hombre en muy pequeñas cantidades y que deben ser aportadas por la dieta, por la alimentación, para mantener la salud. Algunas pueden formarse en cantidades variables en el organismo (vitamina D y niacina se sintetizan endógenamente (la primera se forma en la piel por exposición al sol y la niacina puede obtenerse a partir del triptófano) y las vitaminas K2, B1, B2 y biotina son sintetizadas por bacterias intestinales). Sin embargo, generalmente esta síntesis no es suficiente para cubrir las necesidades, por lo que tienen que ser aportadas por la dieta.

Vitaminas sintetizadas en el organismo

	Síntesis endógena	Síntesis bacteriana (intestino)
Liposolubles	D ← 7-dehidrocolesterol A ← (carotenos)	K ₂ (50% necesidades)
Hidrosolubles	Niacina ← triptófano	B ₁ , B ₂ , Biotina, B ₆

Si hay síntesis endógena, ¿Por qué son nutrientes?

- Síntesis insuficiente
- No se absorben
- Limitada exposición al sol
- Antibioterapia prolongada
- Carencia de proteína
- Prioridad de destino del precursor

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Su gran importancia en el mantenimiento de la salud (haciendo honor a su nombre: "vita" significa vida) queda demostrada por la aparición de las enfermedades deficitarias que provoca su falta en la dieta: la deficiencia de vitamina A puede producir ceguera y la falta de vitamina D puede retardar el crecimiento de los huesos.

Vitaminas

- **Descritas ≈13 grupos vitaminas-nutrientes**
- **Sustancias orgánicas:** contienen C, H (en algunos casos, O, N, S)
- **Grupo muy heterogéneo:** estructura y funciones diversas
- **Micronutrientes sin valor energético**
- **Necesarias en mínimas cantidades** (riesgo de toxicidad/necesidad de UL)
- **En los alimentos también se encuentran en pequeñas cantidades**
- **Funciones muy específicas,** relacionadas con la promoción y regulación de los procesos necesarios para crecimiento, reproducción y mantenimiento de la salud
- **No se sintetizan → Nutrientes**
(excepto D, K₂, B₁, B₂, B₆, B₈, A, *Niacina*) → **SÍNTESIS INSUFICIENTE**
- **Si faltan en la dieta → carencia → desarrolla síntomas rápidamente** (2-3 semanas) → **Enfermedad específica** que sólo cura al administrar el nutriente afectado

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Vitamina C ----	Escorbuto
Niacina -----	Pelagra
Vitamina A ----	Xerolftalmia, ceguera nocturna
Tiamina -----	Beri-Beri
Folato -----	Anemia megaloblástica
Vitamina D ----	Raquitismo
.....

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Vitaminas

- **Necesitan activación previa (bioconversión)**

Precursores / provitaminas: moléculas que sólo actúan como vitaminas cuando se transforman en la forma activa.

- Vitamina D o Colecalciferol → 1,25(OH)₂D (calcitriol)
- Triptófano (aminoácido esencial) = precursor de Niacina
- Carotenoides (ej. B-caroteno) (pigmentos vegetales que no se sintetizan) = precursor de vit. A (en los países desarrollados aportan el 25-30% de la vit. A) (sólo E, C y K₂ (menaquinona) son activas sin transformación previa)

- La mayoría tienen más de una forma activa: **vitámeros activos, ej.:**

- Vitamina A = retinol, retinal, ácido retinoico

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Además, hoy se sabe que su papel nutricional va más allá de la prevención de las enfermedades deficitarias o carenciales. Pueden también ayudar a prevenir algunas de las enfermedades crónicas más prevalentes en las sociedades desarrolladas. La vitamina C, por ejemplo, no sólo previene la enfermedad deficitaria conocida como escorbuto, también parece proteger o prevenir la aparición de ciertos tipos de cáncer. La vitamina E, un potente antioxidante, es un factor de protección en la enfermedad cardiovascular y los folatos ayudan a prevenir defectos del tubo neural en el feto. Aunque se describan aisladamente, muchas de ellas actúan conjunta y armónicamente en el organismo, como por ejemplo las vitaminas del grupo B en el metabolismo energético.

Se han descrito trece sustancias que responden a esta definición

	Nombre químico	Unidades	Equivalencias
<u>Vitamina A: Eq. Retinol</u>	Retinol, carotenos (provitamina A)	µg	1 eq. retinol = 3.3 UI*
<u>Vitamina D</u>	Colecalciferol (D2), ergocalciferol (D3)	µg	1 µg calciferol = 40 UI
<u>Vitamina E</u>	Tocoferoles	mg	1 µg a-tocoferol = 1.5 UI
<u>Vitamina K</u>	Filoquinona, menaquinona	µg	
Vitamina B1	<u>Tiamina</u>	mg	
Vitamina B2	<u>Riboflavina</u>	mg	
Vitamina PP o B3	<u>Niacina</u> , ácido nicotínico, nicotinamida	mg	
Vitamina B5	<u>Ácido pantoténico</u>	mg	
<u>Vitamina B6</u>	Piridoxina, piridoxal, piridoxamina	mg	
Vitamina B8	<u>Biotina</u>	µg	
Vitamina B9	<u>Ácido fólico, Folato</u>	µg	
<u>Vitamina B12</u>	Cobalaminas	µg	
<u>Vitamina C</u>	Ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico	mg	
<u>Colina</u>	Esencial en algunas etapas de la vida		

*UI = Unidades Internacionales / Subrayado: denominación recomendada

Micronutrientes

Requerimientos diarios aproximados de vitaminas en adultos sanos

Vitamina C	60 – 100 mg
Eq. Niacina	15 – 20 mg
Vitamina E	10 – 12 mg
Ac. Pantoténico	5 mg
Riboflavina	1.5 – 1.8 mg
Vitamina B6	1.5 – 2.1 mg
Tiamina	1 – 1,2 mg
Vitamina A	1000 mcg (1 mg)
Folato	400 mcg
Vitamina K	70 mcg
Biotina	30 mcg
Vitamina D	5 – 15 mcg
Vitamina B12	1.5 – 2 mcg
Colina	550 mg/día en hombres y 425 mg/d en mujeres

* Prevención de manifestaciones clínicas de carencia, Mantenimiento de un óptimo estado biológico, Saturación de reservas, Prevención de ciertas patologías no carenciales. Varían según edad, sexo, estado fisiológico, patológico, composición de la dieta, etc.

No jerarquía nutricional !!!

Ángeles Carbajal Azcona, Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

Son químicamente muy heterogéneas y clásicamente se han clasificado en dos grandes grupos en función de su solubilidad:

- **Liposolubles** (A, D, E y K), solubles en lípidos pero no en el agua y, por tanto, vehiculizadas generalmente en la grasa de los alimentos. Estas pueden acumularse y provocar toxicidad cuando se ingieren en grandes cantidades.
- **Hidrosolubles** (vitaminas del grupo B [B1, B2, niacina, ácido pantoténico, B6, biotina, ácido fólico, B12] y vitamina C), contenidas en los compartimentos acuosos de los alimentos. Principales fuentes alimentarias de vitaminas:

Liposolubles

- Solubles en grasa y vehiculizadas en grasa de alimentos (No solubles en agua ni en orina)
- No tienen nitrógeno
- Necesitan sales biliares para absorción (ID con grasa dieta)
- Transportadas en sangre en lipoproteínas o proteínas transportadoras específicas.
- Pueden almacenarse (hígado, tej. adiposo). Pueden ser tóxicas
- Se excretan con las heces
- Son bastante estables



Hidrosolubles

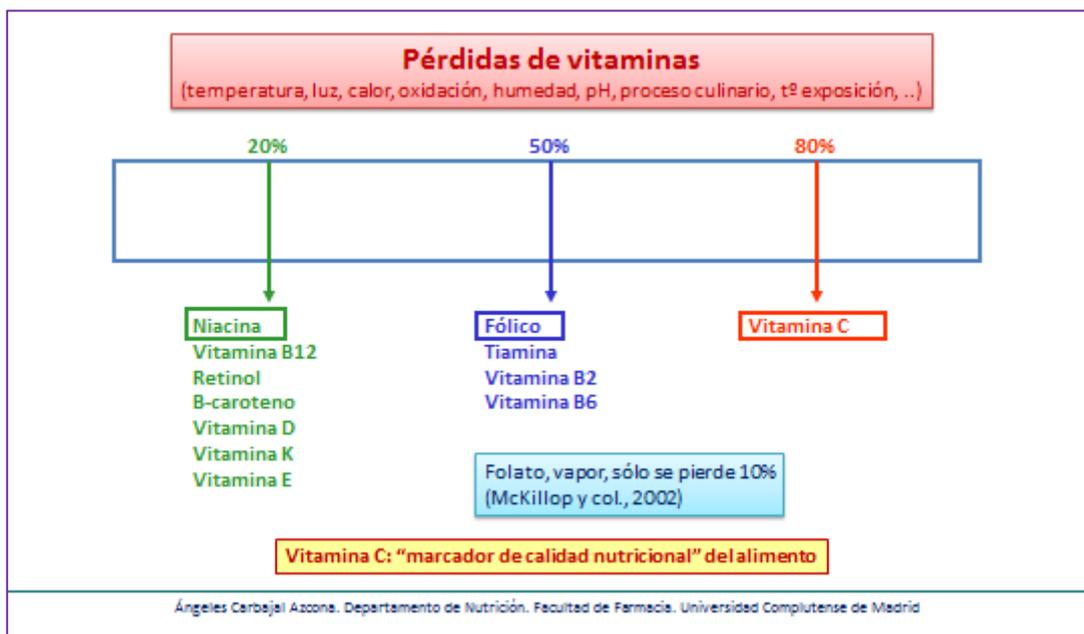
- Solubles en agua
- Contienen nitrógeno (excepto vitamina C)
- No se almacenan (excepto B9 y B12)
- Exceso: se elimina por orina rápidamente, general/ no tóxicas
- Necesidad de ingesta diaria
- Lábilnes
- Funcionan principalmente como coenzimas



Ángeles Carbajal Azcona, Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

Es importante conocer la **disponibilidad** de las vitaminas en los alimentos. Esta depende de dos factores: de la cantidad de vitamina que contiene el alimento y de la cantidad absorbida y utilizada por el organismo (biodisponibilidad de las vitaminas). Conocer su biodisponibilidad es un tema complejo pues depende de numerosos factores: de la eficacia del proceso digestivo, del estado nutricional en vitaminas de la persona y también, entre otros, del método de preparación al que se somete el alimento.

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 las vitaminas C, ácido fólico y B1. Parte de las hidrosolubles pueden ser también eliminadas con el agua de lavado y de cocción. Durante la cocción puede llegar a perderse prácticamente toda la vitamina C y hasta un 40% de la tiamina, por ejemplo. La radiación ultravioleta del sol o de los fluorescentes puede destruir parte de la riboflavina de aquellos alimentos que se almacenan en recipientes de cristal transparente.



Fuentes de vitaminas

Fuentes naturales:
Plantas, animales, hongos, bacterias

Sintéticas:
En el laboratorio
Por microorganismos en el lab y extraídas para uso comercial

Naturales y sintéticas tienen igual actividad biológica, excepto:

- **Vitamina E natural:** mayor actividad que la sintética
- **Folato sintético:** mayor actividad que el natural

Enriquecimiento (se restauran o incluso se superan los niveles iniciales de los nutrientes perdidos durante la manipulación del alimento: e.j. vitaminas o fibra añadidas a la harina refinada)

Fortificación (se añade un determinado nutriente a un alimento que originalmente carecía de él. Ej. adición de yodo a la sal de mesa, calcio a un zumo de naranja o ácido fólico a cereales).
Voluntario/obligatorio
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000400010

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Las vitaminas, aportadas por los alimentos en diferentes formas, son absorbidas principalmente en el intestino delgado mediante mecanismos de difusión pasiva, difusión facilitada o transporte activo. Las liposolubles son absorbidas en forma de micelas por vía linfática, pasan a circulación sanguínea para alcanzar los tejidos donde ejercen su papel y después son eliminadas a través de las heces (liposolubles, ácido fólico y B12) y de la orina (A, B1, B2, niacina, ácido pantoténico, B6, biotina, y C).

En la sangre, las hidrosolubles pueden circular libremente, pero las liposolubles necesitan transportadores, en muchos casos específicos para cada una de ellas. Sólo las vitaminas E, C y una forma de vitamina K son activas sin transformación previa. Otras se encuentran en los alimentos en forma inactiva, como precursores o provitaminas.

Ciertas vitaminas pueden ser almacenadas en el organismo: D y E en tejido adiposo y músculo, y vitaminas A, E, ácido fólico y B12 en el hígado. Para las vitaminas B12, A y ácido fólico las reservas pueden cubrir las necesidades de 3 a 5 años, de 1 a 2 años y de 3 a 4 meses, respectivamente. El resto no se almacena de forma significativa por lo que deben ser aportadas regularmente por la alimentación. De todas, sólo las vitaminas A y D pueden ser tóxicas en cantidades elevadas.

Principales fuentes alimentarias de vitaminas

	Carnes, pescados, huevos	Lácteos	Cereales y derivados	Verduras, hortalizas, frutas, leguminosas, frutos secos	Aceites y grasas
Liposolubles	A (Retinol), D	A (Retinol), D	(E)	Carotenos, E, K	A (Retinol), D, E
Hidrosolubles	Tiamina, Riboflavina, Niacina, Biotina, Colina, B ₆ , B ₁₂	Riboflavina, Colina, B ₁₂	Tiamina, Niacina, B ₆ , Folato	Folato, C	--

Excepción:

- Hígado de los animales, leguminosas, frutos secos → ricos en vitaminas
- Alimentos fortificados/enriquecidos

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Principales fuentes alimentarias de vitaminas

Liposolubles	Fuentes
Vitamina A (retinol y B-caroteno)	Retinol: de origen animal: lácteos enteros, huevos e hígado. Carotenos: espinacas y vegetales de hoja verde, zanahorias, albaricoques, ...
Vitamina D	De origen animal: pescados grasos, lácteos enteros, huevos, hígado.
Vitamina E	Aceites vegetales, frutos secos.
Vitamina K	Repollo, coles, coliflor, espinacas, brécol, lechuga, carnes, hígado.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Principales fuentes alimentarias de vitaminas

Hidrosolubles

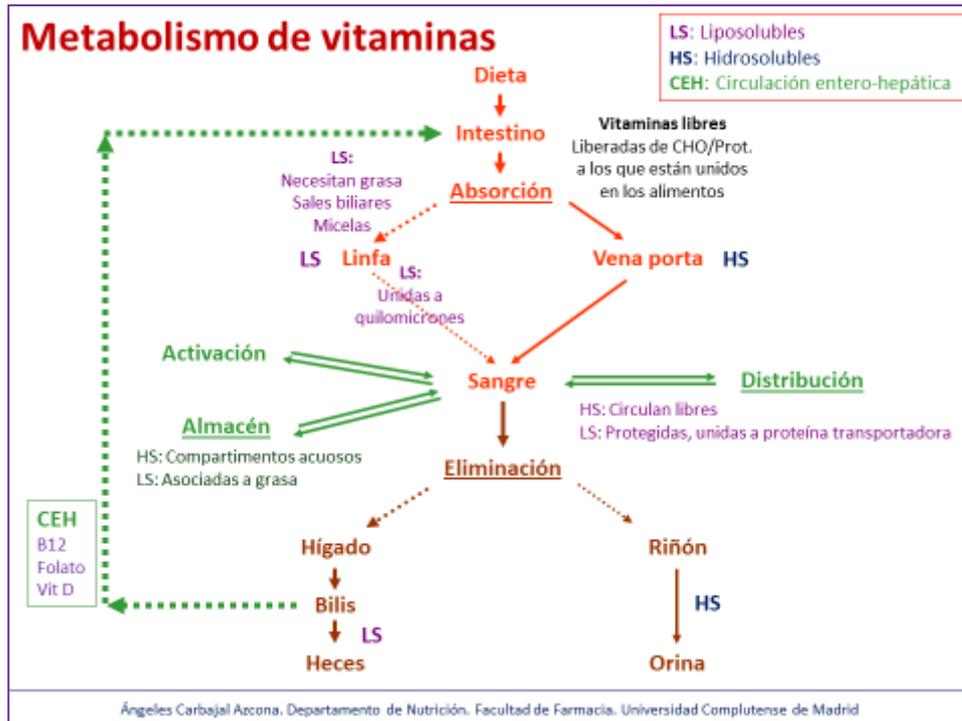
	Fuentes
Tiamina	Carne de cerdo, cereales, legumbres, frutos secos.
Riboflavina	Lácteos, vegetales de hoja verde, cereales integrales.
Niacina	Leche, huevos, carne, pollo, pescados, cereales, frutos secos, legumbres.
Vitamina B6	Carnes, pescados, pollo, legumbres, frutas, cereales integrales, vegetales de hoja y verdes.
Ácido fólico	Vegetales de hoja verde, legumbres, hígado.
Vitamina B12	de origen animal (carnes, pescados, pollo, lácteos, huevos)
Biotina	Ampliamente repartida. Visceras, yema de huevo, soja, pescados, cereales integrales.
Ác. pantoténico	Ampliamente repartida. Visceras, setas, aguacate, brécol, cereales integrales.
Vitamina C	Frutas, especialmente cítricos, kiwi; pimientos, lechuga, tomates, ...

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Principales fuentes alimentarias de vitaminas

	Origen vegetal	Origen animal
Tiamina	Bajo contenido	SÍ
Riboflavina	Bajo contenido	SÍ
Niacina	Bajo contenido	SÍ
Vitamina B6	SÍ	SÍ
Ácido fólico	SÍ	Bajo contenido, excepto hígado
Vitamina C	SÍ	NO o muy bajo contenido
Vitamina K	SÍ	Muy bajo contenido, excepto vísceras
Vitamina E	SÍ	Muy bajo contenido, excepto vísceras
Carotenos	SÍ	Muy bajo contenido
Retinol	NO	SÍ
Vitamina D	NO	SÍ
Vitamina B12	NO	SÍ

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



Absorción

- La mayor parte: intestino delgado
 - Eficacia: 40 – 90%

Biodisponibilidad depende de:

- Eficacia de la digestión
- Tiempo de tránsito
- Fuentes dietéticas, composición de la dieta, procesado de los alimentos,
- Posibles interacciones
- Estado nutricional: absorción generalmente mayor cuando la vitamina es + necesaria:
 - Crecimiento (ej. Infancia, adolescencia)
 - Gestación
 - Lactancia (producción de leche)

Factores importantes en la estimación de las IR

Absorción: Paso de los nutrientes después de digeridos a la sangre y linfa y a las células.
Biodisponibilidad: proporción del nutriente que se absorbe y llega a las células para su uso o almacenamiento.

Ángeles Carbajal Azcona, Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

Las vitaminas están implicadas en cuatro grandes tipos de **funciones**:

- Acción coenzimática, según la cual se combinan con proteínas para formar enzimas metabólicamente activas que intervienen en múltiples e importantes reacciones (regulación del metabolismo) que no podrían llevarse a cabo sin su presencia (A, K, B1, B2, niacina, B6, ácido pantoténico, biotina, ácido fólico, B12, C); ayudan a los enzimas a liberar la energía de los hidratos de carbono, lípidos y proteínas contenidos en los alimentos y facilitan el trabajo de las células.

- Transferencia de protones y electrones (E, K, B2, niacina, ácido pantoténico, C).
- Estabilización de membranas (vitamina E).
- Función de tipo hormonal (vitamina D).

Pueden agruparse también en: antianémicas (B12, ácido fólico), antioxidantes (C, E, carotenos), antixerofltálmica (A), antirraquítica (D), antihemorrágica (K).

Clasificación: según funciones y mecanismo de acción

- Participan en ciertas reacciones químicas:
 - Como **coenzimas** [combinan con proteínas → enzimas activos (A, K y muchas hidrosolubles: B1, B2, B6, niacina, biotina)]
 - Transferencia de protones y electrones (E, K y otras hidrosolubles)
 - Metabolismo energético, proteínas, aminoácidos, ..
- Estabilización de membranas (E)
- Función de tipo hormonal (D, A)
- Regulan/participan:
 - División celular y desarrollo (Folato, ..)
 - Crecimiento, desarrollo y mantenimiento de tejidos
 - Función inmune
- Antianémicas/proliferación celular (B12 y fólico)
- Antioxidantes (procesos de óxido-reducción) (C, E, carotenos)
- Antixerofltálmica (A), antirraquítica (D) o antihemorrágica (K)
- Salud ósea (A, D, K, C)
- Moduladoras de la expresión génica: A, D, E
- Etc.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Como nutrientes, su falta en la dieta puede producir una enfermedad con sintomatología clínica característica que sólo curará cuando se consuma de nuevo la vitamina implicada. En los países en vías de desarrollo, estas deficiencias clínicas (*beri-beri*, pelagra, etc.) siguen siendo un importante problema de salud pública. En las sociedades desarrolladas, sin embargo, prácticamente han desaparecido los clásicos cuadros de avitaminosis, pero existen grupos de población en riesgo con deficiencias subclínicas o marginales debido a diferentes circunstancias (bajo consumo de alimentos -personas de edad, regímenes de adelgazamiento mal programados-, gestantes, lactantes, problemas de absorción, alcoholismo crónico, etc.).

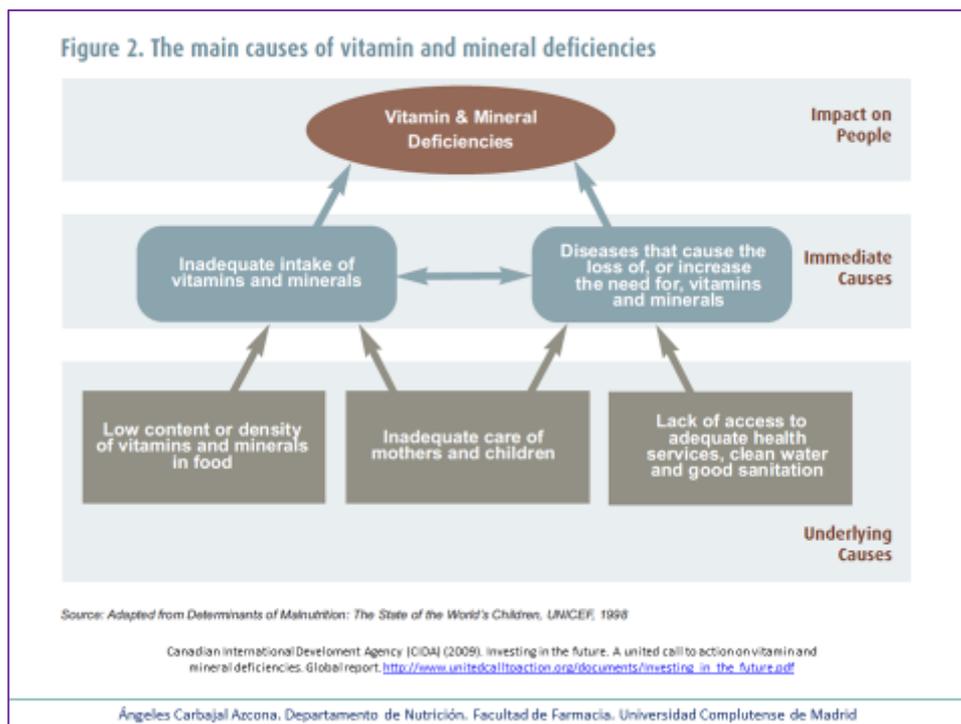
Vitaminas. Principales funciones y enfermedades deficitarias		
Vitaminas	Funciones	Enfermedad deficitaria
Vitamina A (retinol y b-caroteno)	Esencial para la visión (pigmentos visuales de retina). Regulación de la expresión génica y diferenciación celular (mantiene integridad del tejido epitelial y de la piel). Reproducción, crecimiento y desarrollo. Desarrollo adecuado de huesos y dientes. Inmunidad. Beta-caroteno es antioxidante	Ceguera nocturna Xerofthalmia Queratinización de la piel
Vitamina D	Mantenimiento del balance de Ca; aumenta absorción intestinal de Ca y moviliza minerales del hueso. Formación y mantenimiento de huesos y dientes.	Requitismo: pobre mineralización del hueso Osteomalacia: desmineralización ósea Osteoporosis: baja densidad ósea.
Vitamina E	Antioxidante, especialmente en membranas celulares (estabilización de membranas, regulación de reacciones de oxidación, protección de AGP y de vitamina A. Protege a eritrocitos de la hemólisis).	Muy rara. Disfunción neurológica severa
Vitamina K	Coenzima en formación de gamma-carboxi-glutámico en activación de factores de coagulación y en proteínas de la matriz ósea.	Alteración de la coagulación y enfermedad hemorrágica

Nuevas funciones: prevención de enfermedades crónicas

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Estudios recientes indican que niveles sanguíneos adecuados de vitaminas pueden tener también un papel protector previniendo la aparición de ciertas enfermedades degenerativas (cardiovasculares, cáncer, cataratas, maculopatías, etc.).

Vitaminas. Principales funciones y enfermedades deficitarias		
Vitaminas	Funciones	Enfermedad deficitaria
Tiamina	Coenzima de piruvato y alfa-cetoglutarato deshidrogenasas y de transcetolasas del metabolismo energético. Función (poco conocida) en la conducción nerviosa.	Daño nervioso periférico (Berí-Berí) o lesiones en el sistema nervioso central (síndrome de Wernicke-Korsakoff)
Riboflavina	Coenzima en reacciones de óxido-reducción en el metabolismo energético. Grupo prostético de flavoproteínas.	Lesiones en la comisura de la boca, labios y lengua. Dermatitis seborreica
Niacina	Coenzima en reacciones de óxido-reducción en el metabolismo energético. Parte funcional de NAD y NADP.	Pelagra: dermatitis fotosensible, psicosis depresiva
Vitamina B6	Coenzima en reacciones de transaminación y descarboxilación de aminoácidos y glucógeno fosforilasa. Papel en la acción de hormonas esteroideas.	Alteraciones del metabolismo de aminoácidos. Convulsiones
Ácido fólico	Coenzima en la transferencia de fragmentos monocarbonados. Importante en la síntesis de ADN y en la división celular.	Anemia megaloblástica
Vitamina B12	Coenzima en la transferencia de fragmentos monocarbonados y en el metabolismo del ácido fólico.	Anemia perniciosa: anemia megaloblástica con degeneración de la médula espinal
Biotina	Coenzima en reacciones de carboxilación en gluconeogénesis en la síntesis de ácidos grasos.	Metabolismo alterado de CHO y grasas, dermatitis
Ácido pantoténico	Parte funcional del coenzima A y de ACP: síntesis y metabolismo de ácidos grasos.	Daño nervioso periférico
Vitamina C	Coenzima en la hidroxilación de prolina y lisina en la síntesis de colágeno; Antioxidante; aumenta la absorción del hierro no hemo.	Escorbuto: alteración del cicatrizado de heridas, hemorragias subcutáneas. Pérdida del cemento dental



Situación en España

Libro Blanco de la Nutrición (2013):

Niveles de ingesta de riesgo para:

- Vitaminas A, D, E y folatos
- Vitamina B1 en ancianos
- Vitamina B2 en ancianos hombres

Está **indicada la suplementación** en las siguientes situaciones:

- con folatos en mujeres embarazadas o con intención o posibilidad de estarlo;
- fórmulas infantiles de inicio y continuación, cereales y alimentos homogeneizados;
- complejos polivitamínicos en ingestas calóricas bajas o dietas inadecuadas prolongadas;
- vitamina B12 en poblaciones vegetarianas y en ancianos;
- en fumadores y bebedores excesivos resistentes a abandonar el tabaco.

El 16% de la población consume habitualmente suplementos vitamínicos, sobre todo población joven y de nivel socioeconómico más alto.

Anenceta J, Serra L, Pérez C, Ulopis J, Mataix J, Ribas L y cols. Las vitaminas en la alimentación de los españoles. Estudio eVie. Análisis en población general. En: Anenceta J, Serra L, Ortega RM, Entralla A, Gil A (eds.). *Las vitaminas en la alimentación de los españoles*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2000:49-95.

Libro Blanco de la Nutrición en España
<http://www.fen.org.es/index.php/actividades/publicacion/libro-blanco-de-la-nutricion-en-espana>

Ángeles Carbajal Azcona, Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

Ingestas recomendadas (IR)

Tabla 2. Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española
(En: Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, SA). 18ª edición. 2016. **REVISTAS 2015**)

Categoría (edad/sexo)	Energía		Proteína		Lipido		Carbohidrato		Fibra		Vitamina A		Vitamina B1		Vitamina B2		Vitamina B6		Vitamina C		Vitamina E		Vitamina K		
	kJ	kcal	g	mg	g	mg	g	mg	g	mg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	
Niños y niñas																									
0-6 meses	650	154	400	7	25	3	60	800	300	10	0,3	0,4	4	0,3	40	0,3	50	450	10	6	2				
7-12 meses	950	225	525	7	45	5	85	700	250	15	0,4	0,6	6	0,5	60	0,3	50	450	10	6	2,5				
1-3 años	1.250	300	600	7	55	10	115	800	400	20	0,5	0,8	8	0,7	100	0,9	55	500	15	6	30				
4-6 años	1.700	400	700	8	70	10	200	1.000	500	30	0,7	1	11	1,1	200	1,8	55	500	15	7	55				
6-9 años	2.000	480	800	9	90	10	250	1.000	700	30	0,8	1,2	15	1,4	200	1,8	55	400	15	8	55				
Hombres																									
10-12	2.450	585	1.000	12	125	15	350	1.200	1.200	40	1	1,5	16	1,6	300	2	60	1.000	15	10	60				
13-15	2.750	655	1.100	15	135	15	400	1.200	1.200	40	1,1	1,7	18	2,1	400	2	60	1.000	15	11	75				
16-19	3.000	720	1.200	15	145	15	400	1.500	1.200	50	1,2	1,8	20	2,1	400	2	60	1.000	15	12	120				
20-29	3.000	720	1.000	10	140	15	350	1.500	700	70	1,2	1,8	20	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120				
30-39	2.850	685	1.000	10	140	15	350	1.500	700	70	1,1	1,7	19	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120				
40-49	2.700	645	1.000	10	140	15	350	1.500	700	70	1,1	1,6	18	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120				
50-59	2.700	645	1.000	10	140	15	350	1.500	700	70	1,1	1,6	18	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120				
60 y más	2.400	575	1.000	10	140	15	350	1.500	700	70	1	1,4	16	1,8	400	2	60	1.000	20	12	120				
Mujeres																									
10-12	2.300	550	1.000	10	115	15	300	1.200	1.200	45	0,9	1,4	15	1,6	300	2	60	800	15	10	60				
13-15	2.500	600	1.100	10	115	15	330	1.200	1.200	45	1	1,5	17	2,1	400	2	60	800	15	11	75				
16-19	2.800	670	1.100	10	115	15	330	1.500	1.200	50	0,9	1,4	15	1,7	400	2	60	800	15	12	90				
20-29	2.800	670	1.000	10	110	15	330	1.500	700	55	0,9	1,4	15	1,6	400	2	60	800	15	12	90				
30-39	2.850	685	1.000	10	110	15	330	1.500	700	55	0,9	1,3	14	1,6	400	2	60	800	15	12	90				
40-49	2.675	641	1.000	10	110	15	300	1.500	700	55	0,8	1,2	14	1,6	400	2	60	800	15	12	90				
50-59	2.675	641	1.000	10	110	15	300	1.500	700	55	0,8	1,1	12	1,6	400	2	60	800	20	12	90				
60 y más	1.875	448	1.000	10	110	15	300	1.500	700	55	0,8	1,1	12	1,6	400	2	60	800	20	12	90				
Gestación (2.ª mitad)																									
	+250	+15	1.300	18	+25	20	+120	1.500	700	65	+0,1	+0,2	+2	1,9	600*	2,2	80	800	15	+8	90				
Lactancia																									
	+900	+25	1.300	18	+45	25	+120	1.500	700	75	+0,2	+0,3	+3	2	500	2,6	85	1.300	15	+6	90				

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2016-07-02-IR-tablas-Moreiras-col-2016-web.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona, Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

Vitaminas: márgenes de seguridad

Más riesgo (+)

Menos (-)

A
D

10 veces IR
Carotenos - poco tóxicos
(coloración de la piel)

B6
Niacina

50 veces IR

K
B9

50-100 veces IR
K₁ - poco tóxica
K₂ - más tóxica

E
B1, B2, B5, B8, B12
C

> 100 veces IR

Cuidado con megadosis



Ingesta Máxima Tolerable. [Tolerable Upper Intake Levels (UL)]
Adultos de 19 a 70 años (IOM, 2000; EFSA, 2006)

Nutriente	UL/día (IOM)	UL/día (EFSA)
Vitamina A	3000 µg	3000 µg
Carotenoides	-	-
Vitamina D	30 µg (2000 UI)	30 µg (2000 UI)
Vitamina E (a) (b)	1000 mg	1000 mg
Vitamina K	-	-
Vitamina B1	-	-
Vitamina B2	-	-
Vitamina B6	100 mg	100 mg
Niacina (a)	35 mg	35 mg
Folato de alimentos	-	-
Ac. fólico sintético (a)	1000 µg	1000 µg
Vitamina B12	-	-
Biotina	-	-
Colina	3,5 g	3,5 g
Ácido pantoténico	-	-
Vitamina C	2000 mg	2000 mg

(a) UL para vit. B, niacina y folato se aplica a las formas sintéticas obtenidas a partir de suplementos, alimentos fortificados o a ambos. (b) Como alfa-tocoferol: se aplica a cualquier suplemento de alfa-tocoferol. — No hay información suficiente para establecer de momento UL para estos nutrientes. En estos casos, la ingesta de cantidades superiores a las recomendadas debe hacerse con mayor precaución.

Ángeles Carbajal Azcona, Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid

• **Vitamina A, retinol, carotenos (provitamina A) , equivalentes de retinol**

Vitamina liposoluble esencial para prevenir la ceguera nocturna, para la visión, para un adecuado crecimiento y funcionamiento del sistema inmunitario y para mantener la piel y las mucosas sanas, pues participa en la síntesis proteica y en la diferenciación celular. Su falta en la dieta provoca una enfermedad denominada xerofthalmia, principal causa de ceguera en los niños y todavía frecuente en muchas partes del mundo, en la que los ojos desarrollan úlceras y la córnea se vuelve opaca, produciendo ceguera. Su falta también disminuye la resistencia a las infecciones y produce alteraciones digestivas, nerviosas, musculares y en la piel.

Vitamina A - Funciones

4 papeles metabólicos:

1. **Visión:** Como grupo prostético de los pigmentos visuales (interconversión entre dos isómeros)
2. **Diferenciación celular:** Modulador nuclear de la expresión genética (nutrigenómica): unión a receptores nucleares modulando la síntesis de proteínas específicas
3. **Transportador de unidades manosil** en la síntesis de glucoproteínas de membrana implicadas en procesos de adhesión celular, interacción con hormonas y comunicación intercelular
4. **En la acilación de proteínas**

retinoic acid receptor (RAR) (1987)
 retinoid X receptor (RXR) (1990)

Esencial en:

- Proceso de la visión
- Crecimiento y diferenciación celular
- Reproducción
- Desarrollo embrionario
- Morfogénesis
- Sistema inmune

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

En los alimentos se presenta en dos formas:

- Como **retinol (vitamina A ya preformada)** en los de origen animal (hígado, leche entera y mantequilla, principalmente).
- Como **carotenos (Provitamina A)** que pueden ser convertidos en retinol en el organismo. Los carotenos se encuentran en los vegetales, especialmente en las verduras y hortalizas (zanahorias, grelos, espinacas, tomates, etc.) y en algunas frutas.

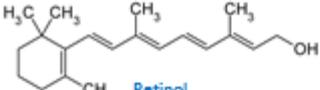
Por ello, la actividad vitamínica A se expresa en forma de **equivalentes de retinol (ER)** (se mide en microgramos) incluyendo el retinol y la contribución de los carotenos:

1 ER =	1 µg de retinol
	6 µg de b-caroteno (Actualmente se estima en 12 µg de b-caroteno)
	12 µg de otros carotenoides precursores de vitamina A
	24 µg de b-criptoxantina

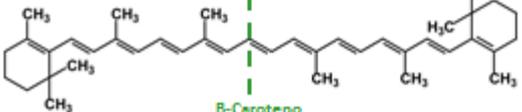
Vitamina A – Retinol (axeroftol o anti-xerolftálmica)

Retinoides
(animal, espinacas)

Provitamina A - Carotenoides
(pigmentos vegetales, hígado, leche)



Retinol
Absorción: 70-90%



B-Caroteno
Absorción: 20-60%

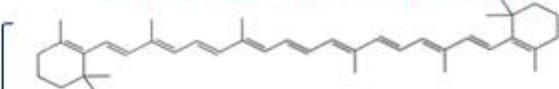
Carotenos → retinol
 ▪ Pared intestinal
 ▪ 20% en hígado
 ≈ 50% del caroteno NO se transforma en retinol
La cantidad de caroteno que se transforme en retinol está regulada por el status en vitamina A

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

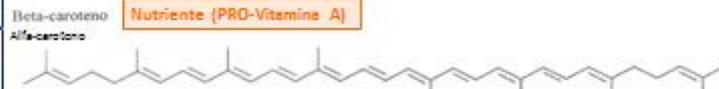
Los carotenos son pigmentos de color rojo, amarillo, naranja, etc. de los que se han aislado varios cientos en los alimentos de origen vegetal (más de 500). Sin embargo, sólo unos pocos pueden convertirse en retinol o vitamina A. De todos ellos, el más activo es el beta-caroteno. Otros carotenoides provitamínicos A son alfa-caroteno, gamma-caroteno y beta-criptoxantina.

Carotenoides mayoritarios en suero

Carotenos

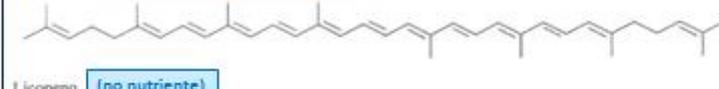


Beta-caroteno Nutriente (PRO-Vitamina A)



Alfa-caroteno Nutriente (PRO-Vitamina A)

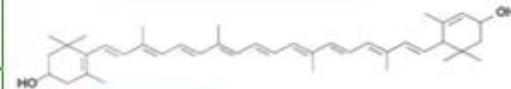
Xantofilas



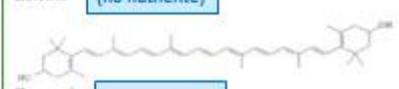
Licopeno (no nutriente)



HO Criptoxantina Nutriente (PRO-Vitamina A)



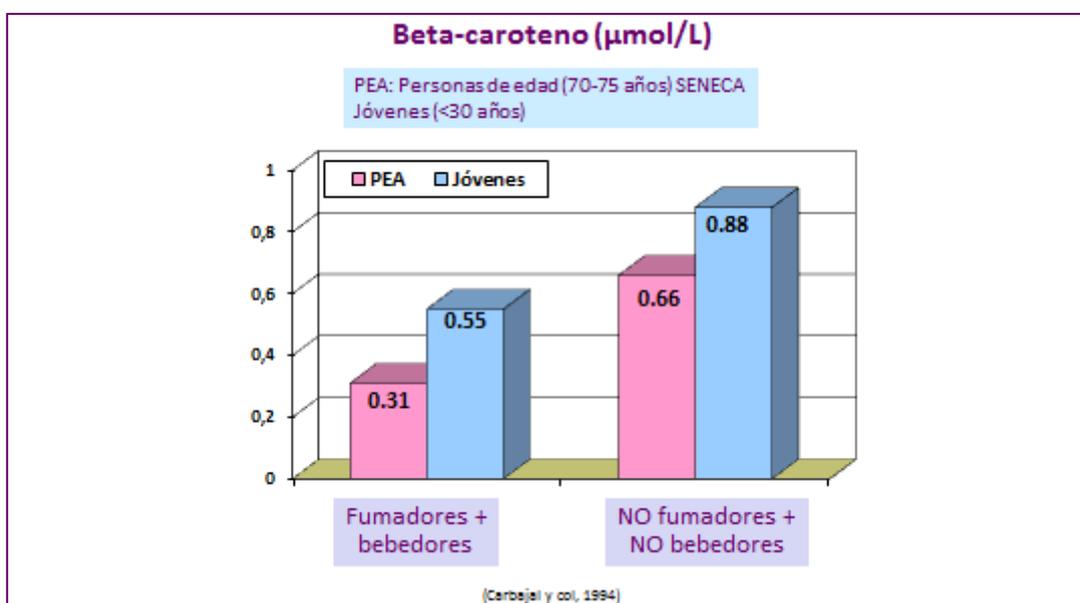
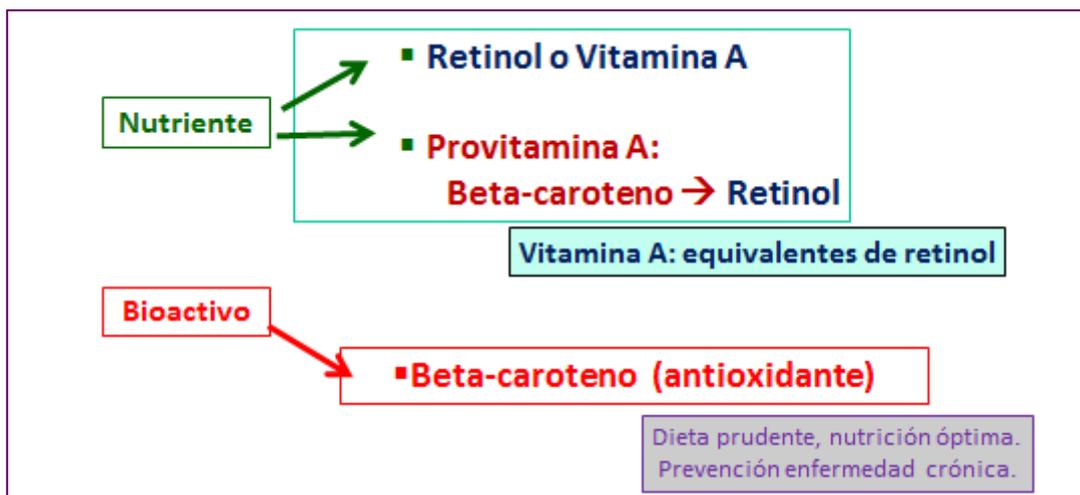
HO Lutetina (no nutriente)



HO Zeaxantina (no nutriente)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Los carotenos, además de su papel como provitamina A, también actúan como antioxidantes y anticancerígenos en el organismo, jugando un importante papel preventivo en algunas enfermedades degenerativas.



Otros carotenoides sin actividad provitamínica A son, entre otros, el **licopeno**, un pigmento de color rojo muy abundante en los tomates, sandía y cerezas, cuyo consumo se ha relacionado epidemiológicamente con una menor incidencia de enfermedad cardiovascular, de cáncer de próstata y de cáncer gastrointestinal.

Otro carotenoide, la **luteína**, que se encuentra en acelgas, espinacas, apio verde y brécol, es un antioxidante mucho más potente que el beta-caroteno y parece actuar como factor de protección en la degeneración macular, una enfermedad ocular muy frecuente en las personas mayores.

Carotenoides: Licopeno (µg/100g)
(Olmedilla y col., 1996)



Tomate tipo pera	62.273
Tomate de ensalada	2.116
Tomate tipo canario	1.604
Sandía	2.454
Cerezas	10



Carotenoides
Ingesta media en España: 3 - 4,3 mg/día
 0,5 mg/d luteína
 0,1 mg/d zeaxantina
Mayoritarios: β-caroteno (1 mg/día) y licopeno (1,3 mg/día)
 (Olmedilla, 2007)

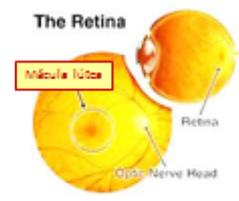
8. Junio 22 de febrero de 1999

Un componente del tomate reduce las posibilidades de sufrir cáncer

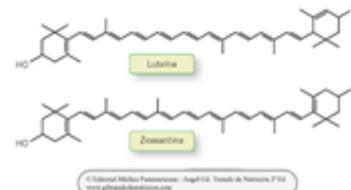
EL PAÍS, Barcelona
 Los tomates y sus derivados, especialmente la salsa de tomate, disminuyen el riesgo de desarrollar algunos tipos de cáncer, según un estudio publicado por el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos. Tras revisar 72 trabajos de investigación respecto a los efectos del tomate sobre la salud, concluye que "las personas que consumen más tomates o a base de este fruto (salsas, jugos, etc.) reducen el riesgo de sufrir cáncer de próstata y colon rectal".
 El coordinador del estudio, Edward Giovannucci, de la Facultad de Medicina de Harvard, indica que los tumores en los que ejerce mayor nivel de protección son los de próstata, páncreas, pulmón o colon rectal. El efecto protector se atribuye principalmente a los pigmentos carotenoides, que son los que dan el color rojo a los tomates. Estas sustancias tienen un efecto antioxidante muy beneficioso para la salud.
 La relación entre estos pigmentos y el cáncer de próstata ya fueron demostradas en 1995 por el equipo de Giovannucci, tras analizar los datos de un estudio...

Luteína y zeaxantina. Componentes bioactivos
 Antioxidantes, antimutagénicos, anticancerígenos, antiinflamatorios

- Menor riesgo de:
 - Cataratas y degeneración macular asociada a la edad
 - Enfermedad coronaria
 - Infarto cerebral
 - Algunos tipos de cáncer (mama y pulmón)



The Retina
 Mácula Lútea
 Retina
 Optic Nerve Head



Luteína
 Zeaxantina

© Editorial Médica Panamericana - Ángel Gil Tordes de Navarra P.14
www.gilmedicinas.com

100 g de yema:
 -1723 mcg de luteína
 -1257 mcg de zeaxantina
 (mayor biodisponibilidad)



100 g de acelgas cocidas:
 •1960 mcg de luteína
 •0 mcg de zeaxantina

100 g de espinacas cocidas:
 •6422 mcg de luteína
 •564 mcg de zeaxantina



"Condicionamente esencial"
 (Olmedilla, 2012)

"Lifespan essential"
 "Adult vitamins"
 (Holst, Willimason, 2008)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

En la dieta media de los españoles, la mayor parte del retinol procede de carnes (60%) y de lácteos (21%). Los carotenos están suministrados por verduras y hortalizas (73%) y frutas (22%).

El retinol, como vitamina liposoluble, consumida en grandes cantidades (más de 10 veces las ingestas recomendadas) puede resultar tóxico. Los carotenos son menos tóxicos pues en el organismo no se convierten totalmente en retinol. Cuando se consumen excesivamente pueden acumularse debajo de la piel y colorear las mucosas, pero sin peligro.

• **Vitamina D**

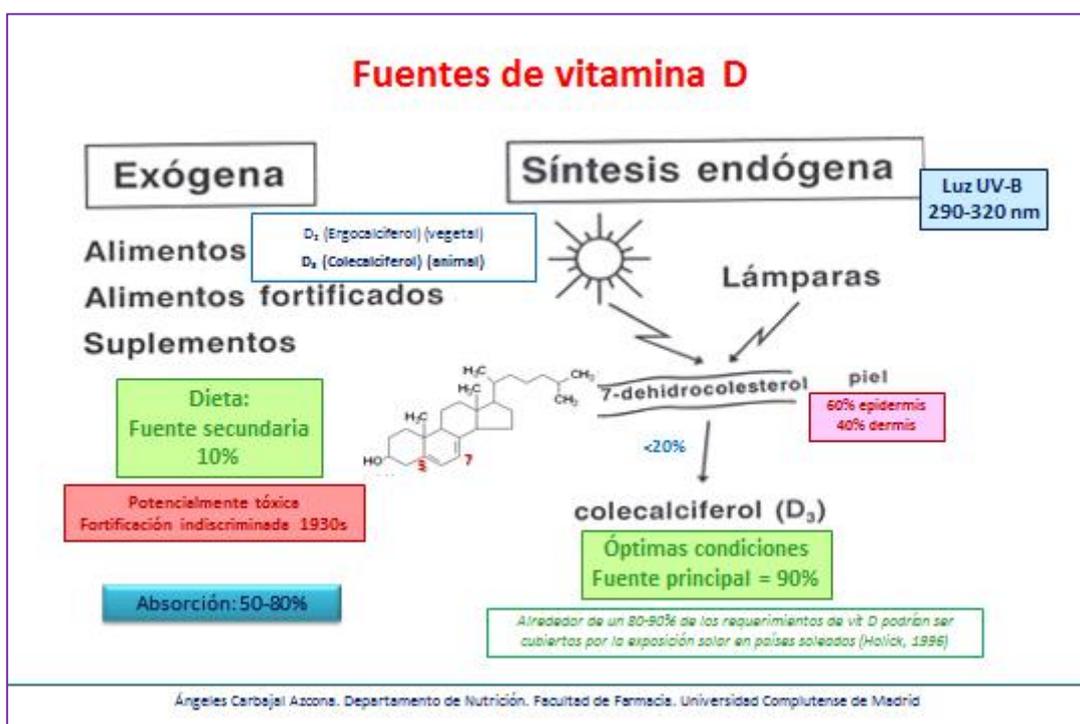
La **vitamina D**, **antirraquítica**, **colecalfiferol (D3)**, **ergocalciferol (D2)** tiene un papel destacado en la mineralización de los huesos, pues favorece la absorción intestinal de calcio y fósforo y aumenta su reabsorción renal. Recientemente se han descubierto otras muchas funciones relacionadas con el sistema nervioso, cerebro, páncreas, etc. y su papel en la prevención de diversas enfermedades crónicas (ECV, cáncer, ...).

Vitamina D – Calciferol Antirraquítica

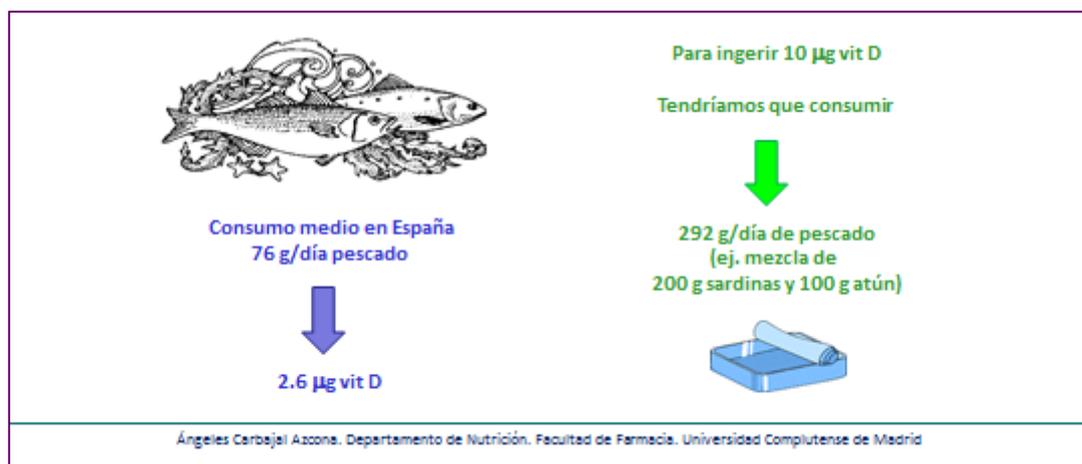
- Síntesis endógena
- “no nutriente” en algunas personas
- Pro-hormona
- Regula la expresión genética
- Necesidad de activación

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Se obtiene de la **dieta** (pescados grasos, yema del huevo, hígado, lácteos, mantequilla) y, principalmente, de la **síntesis cutánea** mediada por la radiación ultravioleta del sol a partir de un precursor que se encuentra en la piel: el 7-dehidrocolesterol (sintetizado en el hígado a partir de colesterol).



La mayor parte de la ingesta, que generalmente no alcanza las ingestas recomendadas, procede del grupo de pescados (72%). Otros grupos de alimentos como huevos o lácteos suministran cantidades mucho menores. De cualquier manera la dieta es una fuente secundaria y es difícil aportar toda la vitamina D necesaria a partir de los alimentos.



Fuentes dietéticas de vitamina D (µg/100 g)

aceite de hígado de bacalao	250 - 750
pescados grasos	20 - 110
huevo (yema)	1 - 20
hígado	0.2 - 2.5
mantequilla	0.3 - 2.5
quesos	0.2 - 0.5
leche entera	0.01 - 0.12

Alimentos fortificados:
Leches, margarinas, zumos, batidos, cereales

ESPAÑA (1991, ENNA-3)
Ingesta: 3,6 µg/día (36% de IR: 10 µg/día)

76 g/día de pescado → 2,6 µg/día → 72% de la ingesta total
Resto: huevos, lácteos, otros.

Pérdidas cocinado: < 20%

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Si existe una adecuada exposición al sol, la cantidad de vitamina formada en la piel puede ser suficiente para cubrir las necesidades, desapareciendo, en este caso, el carácter de nutriente y la "obligatoriedad" de ser aportado por la dieta. Sin embargo, existen numerosos factores que condicionan la adecuada síntesis cutánea, por lo que el aporte dietético de la vitamina es necesario para muchas personas:

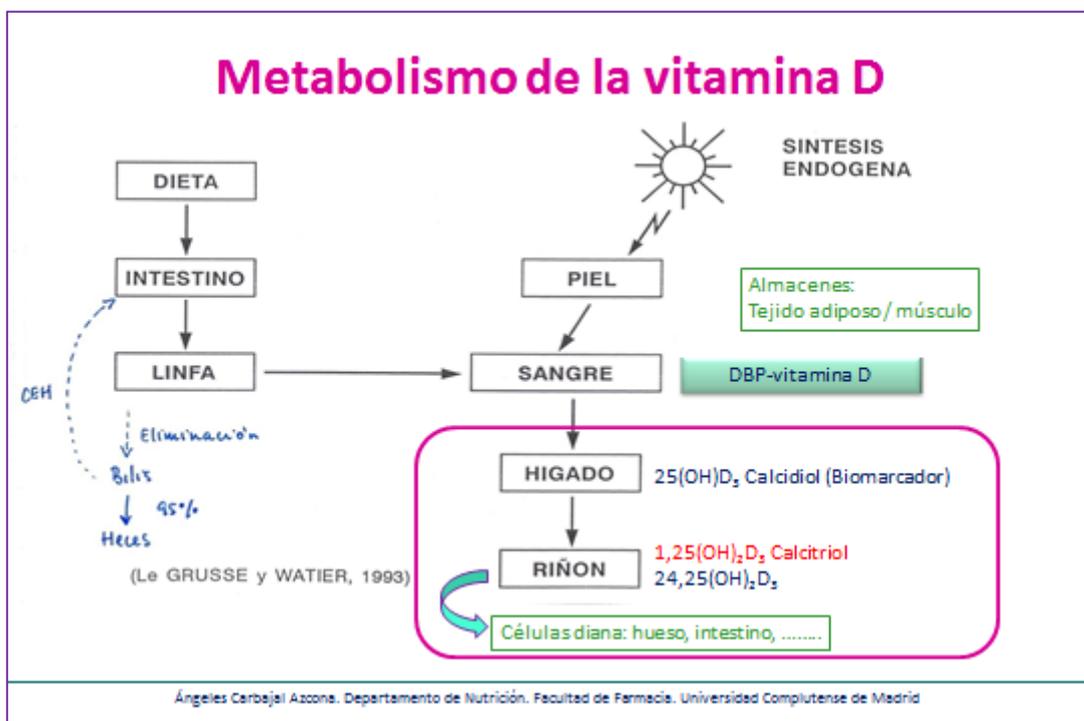
- Personas mayores que tienen menores niveles cutáneos del precursor, menor exposición al sol y cuando se exponen lo hacen con el cuerpo cubierto.

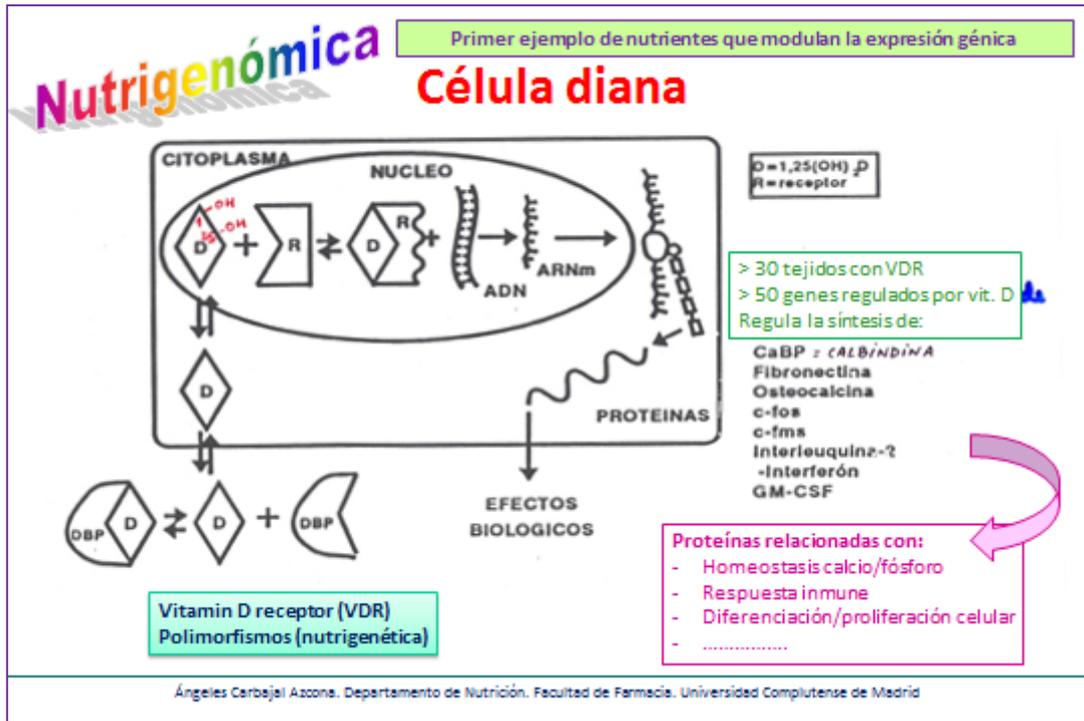
- Personas que viven en países poco soleados a los que no llega suficiente radiación ultravioleta, especialmente en invierno.
- Personas con alto grado de melanización.
- Personas que permanecen mucho tiempo en interiores o personas inmobilizadas.

Factores que influyen en la síntesis cutánea de vitamina D

- **Ambientales:**
 - Estación del año (pico verano)
 - Latitud (>paralelo 35 – no UVB en invierno, nov-feb)
 - Momento del día (60% se produce entre 10:00 y 14:00 h)
 - Nubes, contaminación, polvo, cristales, cortinas, ..
- **Individuales:**
 - Edad:
 - ↓ almacenes (↓ 25%) (↓ síntesis: ↓ 75%)
 - ↓ actividad física
 - (↓ hidroxilación renal)
 - (↓ ingesta)
 - Pigmentación de la piel (melanina, raza negra, bronceado)
 - Grosor de la capa córnea
 - Cremas protectoras (F8 reduce la síntesis un 97%)
 - Estilo de vida:
 - No exposición al sol (trabajo, inmovilización)
 - Indumentaria (piel cubierta)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid





Funciones

- Hueso: Homeostasis del Ca y P
- Glándula mamaria: Regulación del Ca de la leche
- Transporte de Ca a través de la placenta
- Regulación del Ca en músculo
- Diferenciación y crecimiento celular (piel)
- Inhibición de la proliferación celular (células tumorales)
- Regulación de la función inmune
- Secreción de insulina (páncreas)
- Síntesis y secreción de hormonas de tiroides y paratiroides
- Regulación de la presión arterial
- Inhibición de la producción de interleucinas e inmunoglobulinas por linfocitos activados
- Diferenciación de células precursoras de monocitos,

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Ingestas recomendadas

España:
5 – 15 $\mu\text{g}/\text{día}$
60+ años: 20 $\mu\text{g}/\text{día}$

Holick, 2004
Gente que evita el sol \rightarrow 25 $\mu\text{g}/\text{día}$

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Su deficiencia, actualmente frecuente, por una ingesta deficitaria o por una inadecuada exposición al sol, da lugar a raquitismo en los niños y a osteomalacia en los adultos. En las personas de edad avanzada, su carencia puede contribuir a la aparición de osteoporosis, caracterizada por una pérdida de masa ósea.

Vitamina D y raquitismo



Niño negro con raquitismo. 1938, Wadesboro, Carolina del Norte, USA.
Fotografía de M. Walcott, Farm Security Administration. [The Library of Congress, USA](https://www.loc.gov/rr/historic/frames/frames/usa/more/01.html)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Los márgenes de seguridad para evitar cuadros de toxicidad se estiman en 10 veces las ingestas recomendadas.

Problemática de la vitamina D en las Personas mayores

Menor ingesta de alimentos
 No abunda en los alimentos (excepto en pescados grasos)
 (No es frecuente el enriquecimiento)

Menor síntesis cutánea:

- menores reservas del sustrato (7-dehidrocolesterol)
- delgadez de la piel
- menor exposición al sol
- exposición con la piel cubierta
- menor actividad física
- uso de cremas protectoras

Menor hidroxilación renal a 1,25 (OH)₂ D

Menor respuesta del tejido diana

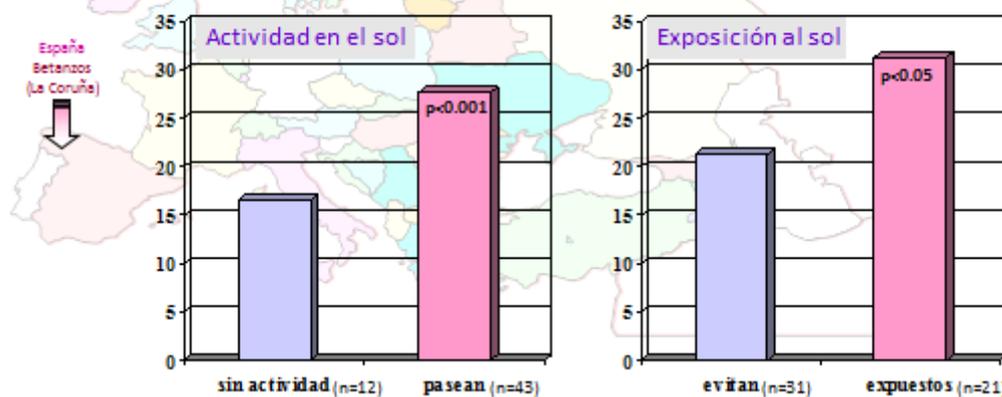
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

SENECA: Survey in Europe on Nutrition and the Elderly, a Concerted Action

Estudio de cohortes longitudinal. 2600 personas europeas (>70 años)

(Carbajal y col. 1992)

Niveles séricos de vitamina D [25(OH)D; nmol/L]

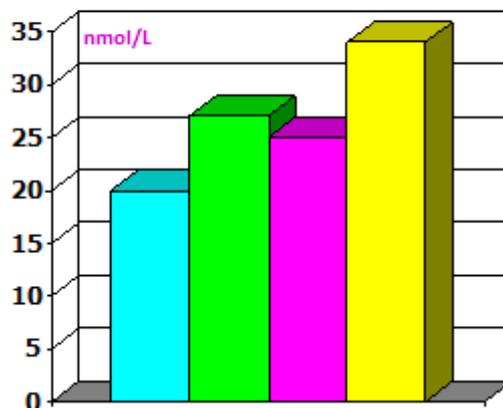


SENECA: Survey in Europe on Nutrition and the Elderly, a Concerted Action

Estudio de cohortes longitudinal. 2600 personas europeas (>70 años)

(Carbajal y col. 1992)

Niveles séricos de vitamina D [25(OH)D; nmol/L] según vestimenta



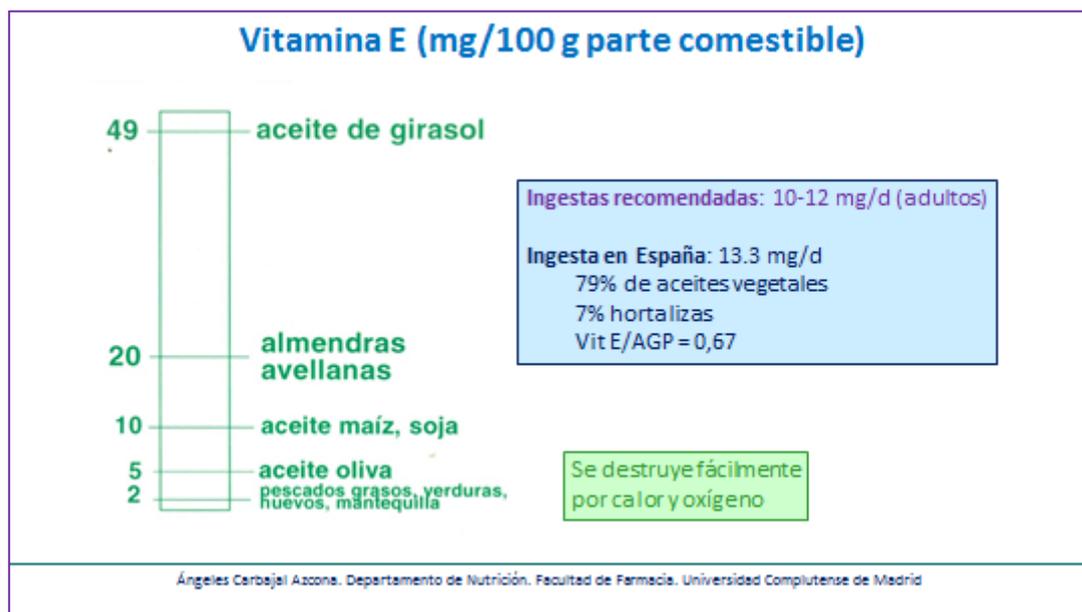
- chaqueta
- blusa m/ larga
- manga corta
- bañador



• **Vitamina E**

La **vitamina E (tocoferoles)** es un potente antioxidante que protege a los lípidos y otros componentes de las células del daño oxidativo, de esta manera interviene en el mantenimiento de la estructura de las membranas celulares. Es especialmente útil evitando la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados (AGP); por ello, se recomienda que exista una adecuada relación entre la ingesta de esta vitamina y la de AGP:

$$\text{Vitamina E (mg) / AGP (g) = 0.4 - 0.6}$$



Afortunadamente, los alimentos con mayor cantidad de AGP suelen tener también un alto contenido de esta vitamina. Por ejemplo, el aceite de girasol, uno de los alimentos más ricos en AGP, tiene también el mayor contenido en vitamina E de entre los alimentos que habitualmente consumimos. Se encuentra también en otros aceites vegetales, en frutos secos y huevos. En la dieta media de los españoles los aceites vegetales suministran el 79% de la vitamina E consumida.

Puede destruirse fácilmente por acción del calor y del oxígeno del aire.

Una ingesta que cubra adecuadamente las ingestas recomendadas parece comportarse como factor de protección en la enfermedad cardiovascular, al proteger de la oxidación a las lipoproteínas de baja densidad (LDL), uno de los principales factores de riesgo de dicha patología. La vitamina E actúa conjunta y sinérgicamente con el mineral selenio, otro antioxidante del organismo.

Es una de las vitaminas liposolubles menos tóxicas.

Funciones

Principal Antioxidante liposoluble de las células (junto con: Glutation peroxidasa, Catalasa, Superóxido dismutasa)

- Protege AGP, vitamina A, LDL

Mantiene el funcionamiento del sistema nervioso y del sistema inmune

Estabilización de membranas:

- α -tocoferol forma parte de todas las membranas
- Protege de la peroxidación (AGP)
- Forma complejos con residuos araquidónicos

Antiagregante plaquetario:

- Inhibe síntesis de prostaglandinas (Tromboxano A_2)
- Mantiene la permeabilidad de la membrana

Protege de la hemólisis:

- Deficiencia vit. E \rightarrow membrana + frágil (oxidación)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

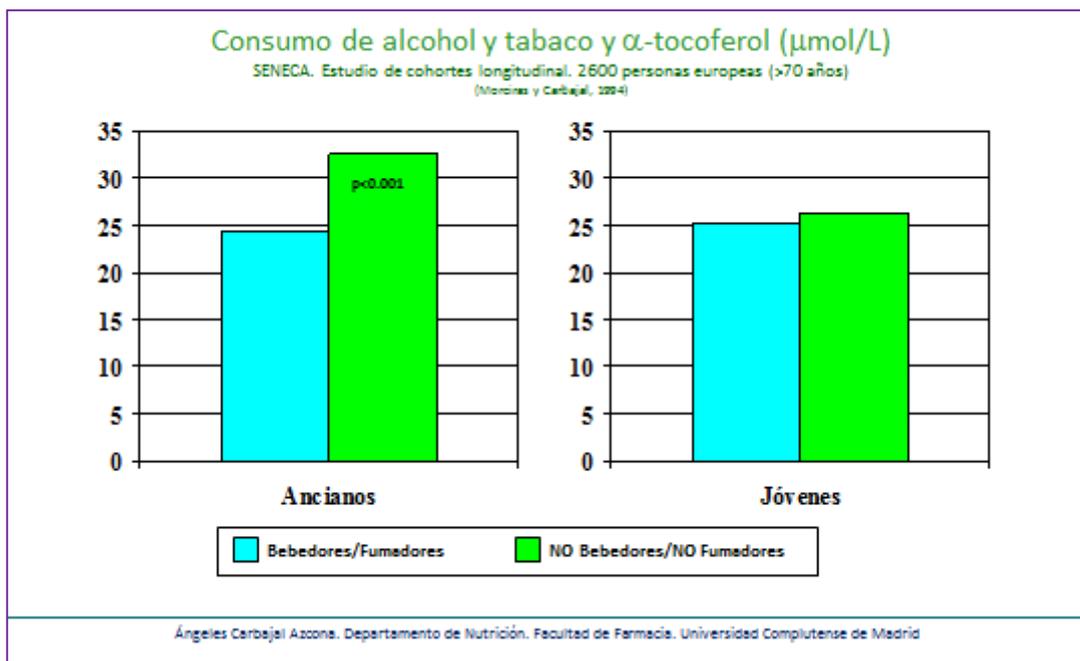
Actividades enzimáticas:

- Síntesis de enzimas
- Protege a los enzimas de la oxidación
- Impide la salida de enzimas (manteniendo la integridad de la membrana)

Prevención de enfermedades crónicas:

- ECV: Antioxidante de LDL-col (estudio MONICA) (reduce peroxidación de lípidos de membrana, de LDL, inhibe proliferación de células de músculo liso y agregación plaquetaria)
- Cáncer:
 - Inhibe la formación de mutágenos
 - Estimula la respuesta inmune
 - Antioxidante
- Inmunidad
- Cataratas
- Parkinson,

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



- **Vitamina K**

La **vitamina K**, **filoquinona (K1)**, **menaquinona (K2)**, es necesaria para la síntesis de los numerosos e importantes factores de la coagulación, por lo que su falta puede prolongar peligrosamente el tiempo de hemorragia. Su presencia en cantidades adecuadas puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte. También participa en la síntesis de proteínas óseas específicas y en el metabolismo de ciertas proteínas fijadoras de calcio, colaborando de esta manera en el adecuado desarrollo del hueso. De hecho, algunos estudios han observado una correlación positiva entre la ingesta de vitamina K y la densidad ósea.

Clasificación de los alimentos según su contenido en vitamina K ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ de alimento)

	Alto > 150 μg	Medio 50 – 150 μg	Bajo < 50 μg
Lácteos			Leche, queso, yogur, mantequilla
Otros de origen animal		Carnes, hígado	Carnes magras, huevos, pescados
Verduras y hortalizas	Repollo, coles, perejil, coliflor, espinacas, brécol, lechuga	Zanahorias, patatas	Judías verdes, pepino, tomate, guisantes, espárragos, champiñones
Frutas			Manzanas, naranjas, fresas, plátanos
Cereales			Trigo, maíz

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Puede ser sintetizada por las bacterias de la flora intestinal y aproximadamente la mitad de los requerimientos pueden obtenerse de esta manera. La destrucción de la flora tras el consumo prolongado de

antibióticos puede comprometer esta fuente de la vitamina. Otro grupo de riesgo por falta del aporte endógeno son los recién nacidos, que nacen con un aparato digestivo estéril. Prácticamente no se almacena por lo que las pequeñas reservas duran pocas horas. En los alimentos, la mayor cantidad se encuentra en las verduras, especialmente en las de hoja verde, y en las leguminosas.

Las ingestas recomendadas se estiman en 1 mcg/kg de peso y día. 80 mcg/día para hombres de más de 25 años y 65 mcg diarios para mujeres de más de 25 años. Se considera un margen de seguridad para evitar toxicidad entre 50 y 100 veces las ingestas recomendadas.

- **Vitamina B1 o tiamina**

Forma parte de un coenzima que interviene en el metabolismo energético, en la liberación de la energía de los hidratos de carbono. Por ello, las ingestas recomendadas de tiamina se estiman en función de la ingesta energética (0.4 mg por 1000 kcal). Juega también un importante papel en la transmisión nerviosa.

La deficiencia de tiamina, muy poco frecuente en los países desarrollados, da lugar a la aparición de la enfermedad denominada "beri-beri" (del cingalés beri: debilidad; beriberi: "no puedo- no puedo") que se manifiesta con una serie de síntomas generales, alteraciones neurológicas, musculares y trastornos cardíacos. Se observó por primera vez en Asia, donde la población obtiene la mayor parte de la energía a partir del arroz pulido o descascarillado en el que las partes más externas del grano, las más ricas en tiamina, se han eliminado. La deficiencia también puede producirse en el alcoholismo crónico, pues el alcohol además de no aportar nutrientes aumenta la excreción urinaria de tiamina.

Es una vitamina que puede destruirse fácilmente por el calor. Se encuentra ampliamente repartida y las fuentes más importantes son hígado, carne de cerdo, cereales (especialmente los enriquecidos, pues los cereales refinados tienen, sin embargo, muy pequeñas cantidades), huevos, leguminosas, frutas y verduras.

En la dieta media de los españoles, que aporta suficiente cantidad de esta vitamina, la mayor parte procede de carnes (31%), cereales (21%), verduras y hortalizas (15%) y lácteos (11%).

- **Vitamina B2 o riboflavina**

Como la tiamina, la riboflavina también está implicada en la liberación de energía de hidratos de carbono, grasas y proteínas. Por ello, sus necesidades dependen también del contenido calórico de la dieta (0.6 mg/1000 kcal). Otras funciones están relacionadas con el mantenimiento de una adecuada salud ocular y de la piel. Su deficiencia (arriboflavinosis), muy rara, se manifiesta por una serie de síntomas cutáneo-mucosos (úlceras en las comisuras de los labios), nerviosos y oculares (fotofobia). Pueden producirse desnutriciones subclínicas o marginales (sin manifestaciones clínicas) en alcohólicos crónicos, en las personas mayores con una alimentación inadecuada o en los vegetarianos estrictos.

Se encuentra principalmente en lácteos (antiguamente se llamaba lactoflavina), hígado, carnes, huevos y frutos secos. Si la dieta incluye habitualmente lácteos, éstos son la principal fuente de riboflavina.

1 vaso de leche entera (200 ml) aporta:

	Vaso de Leche (200 ml)
Energía (kcal)	130
Hidratos de carbono (g)	10
Proteínas (g)	6.6
Lípidos (g)	7.4
Ca (mg)	242
Mg (mg)	24
Vit. B ₂ (mg)	0.36
Retinol (µg)	70
Vit. D (µg)	0.06



Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

En España, el consumo medio de lácteos (unos 375 g/día) aporta un 43% de toda la riboflavina ingerida que como media supera ampliamente las ingestas recomendadas. Las carnes aportan un 22% y los cereales junto con las verduras y hortalizas un 15%.

Es una vitamina muy sensible a la radiación ultravioleta y la irradiación. Sin embargo, es estable al calor, por lo que no se destruye durante el cocinado.

- **Vitamina B3, niacina o vitamina PP**

El nombre de niacina incluye dos forma químicas: ácido nicotínico y nicotinamida. Los dos coenzimas en los que participa la niacina son fundamentales en el metabolismo energético, especialmente en el metabolismo de la glucosa, de la grasa y del alcohol. Las ingestas recomendadas se estiman igualmente en función de la energía: 6.6 mg/1000 kcal. Otras funciones están relacionadas con el sistema nervioso, el aparato digestivo y la piel.

La pelagra, nombre que recibe la deficiencia de esta vitamina, produce síntomas como diarrea, dermatitis, demencia y puede llegar a producir la muerte. Puede aparecer en grupos de población que basan su dieta casi exclusivamente en el maíz, sin consumir otras fuentes de proteína. Aunque el maíz contiene ácido nicotínico, éste se encuentra ligado a hidratos de carbono complejos y a pequeños péptidos que impiden su absorción y por tanto su utilización. Sin embargo, cuando el maíz se prepara en condiciones alcalinas, como las que se dan en la preparación de las tortillas mejicanas (dejándolas toda la noche en agua de cal), el ácido nicotínico se libera y puede absorberse.

Puede obtenerse directamente de la dieta (carne, pescados, patatas, pan, cereales, frutos secos) o también a partir del aminoácido triptófano (leche y huevos, principalmente) (para obtener 1 mg de niacina se requieren teóricamente 60 mg de triptófano). Por ello, el contenido en niacina de los alimentos se expresa como **equivalentes de niacina** con la siguiente equivalencia:

1 mg de equivalentes de niacina = 1 mg de niacina o 60 mg de triptófano

Es decir, un alimento que contenga 1 mg de niacina y 60 mg de triptófano, aporta el equivalente de 2 mg de niacina o 2 mg de equivalentes de niacina.

Es mucho menos sensible a la acción del calor que otras vitaminas hidrosolubles; sin embargo, como las demás, pasa al agua de cocción y se pierde si ésta no se consume.

La ingesta de niacina en España es muy satisfactoria, consecuencia del alto consumo de carnes, que son las sus principales suministradoras: aportan un 40% de toda la niacina consumida; 15% los cereales y 12% los pescados y los lácteos, respectivamente.

- **Vitamina B5 o ácido pantoténico**

Interviene en numerosas etapas de la síntesis de lípidos, neurotransmisores, hormonas esteroideas y hemoglobina y participa también en el metabolismo energético. La ingesta adecuada para un adulto es de 5 mg/día.

La vitamina, que se destruye fácilmente con el calor durante el cocinado, se encuentra en hígado (4 – 10 mg/100 g de parte comestible de alimento), riñones, carnes, pescados, leguminosas, huevos, lácteos, judías, lentejas, cereales integrales, verduras y frutas (0 – 0.4 mg/100 g de alimento).

- **Vitamina B6 o piridoxina**

También denominada **piridoxal o piridoxamina**, la vitamina B6 interviene en el metabolismo de las proteínas y de los ácidos grasos, en la formación de hemoglobina, de ácidos nucleicos (ADN o ARN) y de la lecitina. Ayuda a convertir triptófano en niacina y en serotonina. Otras funciones la relacionan con la función cognitiva, la función inmune y la actividad de las hormonas esteroideas.

Las ingestas recomendadas de los adultos se han establecido en 1.6-1.8 mg/día, con un límite superior de 100 mg/día, pues puede ser tóxica en exceso. Puesto que participa en el metabolismo proteico, la ingesta también se relaciona con la de proteína: se recomienda que la relación vitamina B6 (mg) /proteína (g) en la dieta sea mayor de 0.02.

La deficiencia conduce a irritabilidad, debilidad, insomnio y a alteraciones de la función inmune, entre otras. El alcohol, consumido de forma crónica, puede contribuir a la destrucción y a la pérdida de la vitamina.

Está ampliamente distribuida en carnes, pescados, huevos y cereales y cuando estos alimentos se cocinan puede perderse parte de la vitamina. En España, un 30% de la vitamina ingerida procede de verduras y hortalizas; 25% de carnes; 13% de cereales; 13% de frutas y 10% de lácteos.

- **Vitamina B8 o biotina**

Interviene en el metabolismo de hidratos de carbono, ácidos grasos y algunos aminoácidos. La deficiencia es muy rara en el hombre pero puede producirse experimentalmente tras el consumo diario de grandes cantidades de clara de huevo cruda que contiene una proteína, la avidina, que al unirse a la biotina impide su absorción. La ingesta adecuada se ha estimado para un adulto en unos 30 mcg/día.

Se encuentra en hígado (20 – 30 mcg/100 g de alimento), riñones, huevos, lácteos, carnes, pescados, cereales integrales, leguminosas, verduras y frutas (0.1 – 5 mcg/100 g de alimento). La biotina también es sintetizada por las bacterias del tracto gastrointestinal, aunque realmente no se sabe qué cantidad de la sintetizada se absorbe. Es termoestable pero sensible a las radiaciones ultravioletas.

• **Ácido fólico o vitamina B9**

El ácido fólico (folatos o folacina) tiene diversas funciones pero es especialmente importante en la formación de las células sanguíneas y del ADN en las células en fase de división rápida, por lo que sus necesidades se incrementan durante las primeras semanas de la gestación.

Folatos, ácido fólico, vitamina B9 ácido pteroilglutámico, folacina

1935-39 – Se descubren
 1941 – Se identifica ác. fólico en hojas de espinaca
 (Folacina: Hoja (del latín fōlium))
 1945 – Tratamiento de la anemia megaloblástica

1976 – Relación con Defectos del tubo neural (DTN)
 1980s – Homocisteinemia (HCY) – ECV
 Cáncer
 Alteraciones neuro-psiquiátricas
 Enfermedad cerebro-vascular,



Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Folato – Funciones

- **Metabolismo de AA, proteínas**

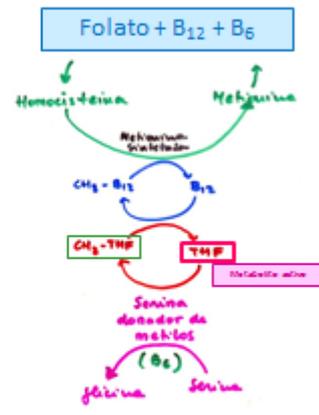
Ej.: Remetilación de homocisteína a metionina

$$\text{Hcy} + \text{CH}_3\text{-THF} \xrightarrow[\text{Metionina Sintetasa}]{\text{B}_{12}} \text{Metionina} + \text{THF}$$

→Regenera THF (forma activa)
 →Síntesis de purinas y pirimidinas
 →Mantiene [HCY]
 →Metionina → síntesis proteica
 → precursora de SAM (agente metilante)

Ej.:

 - Catabolismo de histidina → glutámico,
 - Interconversión de serina en glicina,
 - Síntesis de proteínas,
 -
- **Síntesis de purinas y pirimidinas – síntesis de ADN**
 Esencial en la división celular

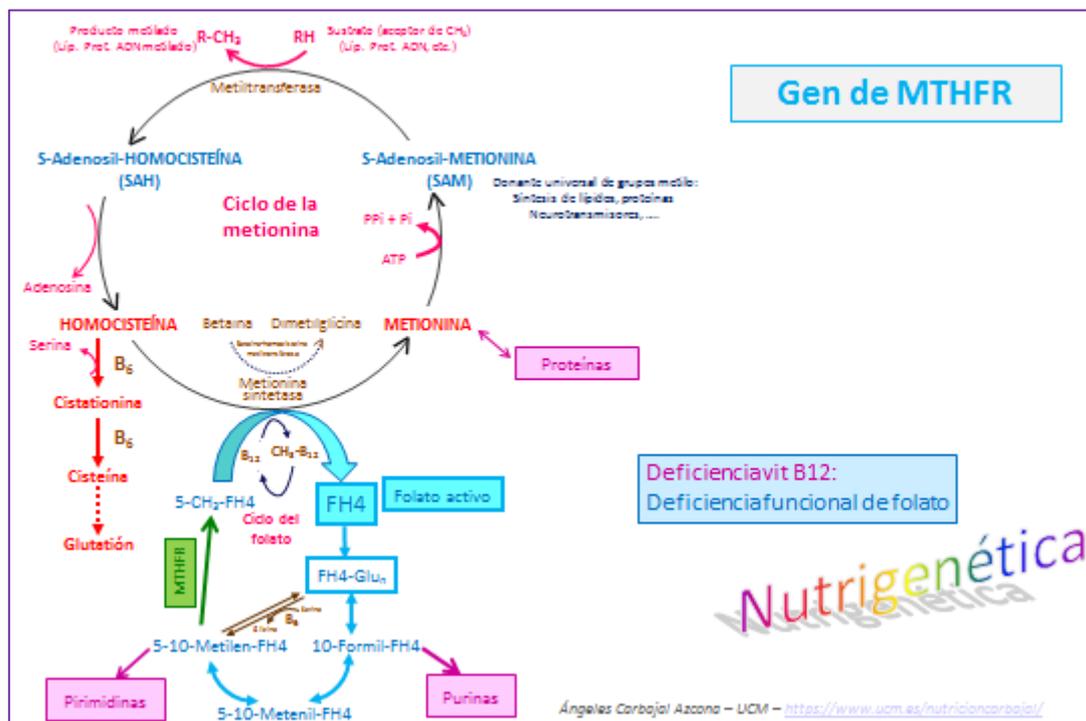


Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

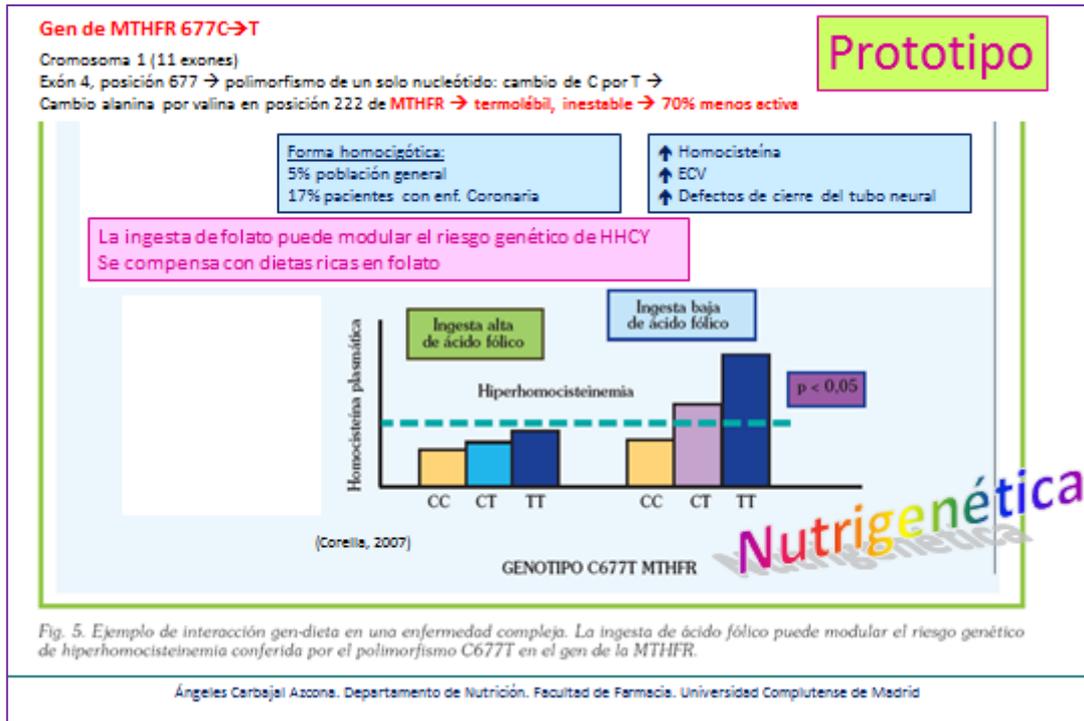
Folato, síntesis de ADN y ARN y multiplicación celular

- Periodos de crecimiento rápido (ej. Inicio de la vida embrionaria)
- Periodos de mayor actividad metabólica (ej. Gestación y lactancia)
- Tejidos cuyas células se dividen rápidamente:
 - Intestino
 - Médula ósea
 - Células de la sangre
 - Piel,
- Tras una operación quirúrgica, ...

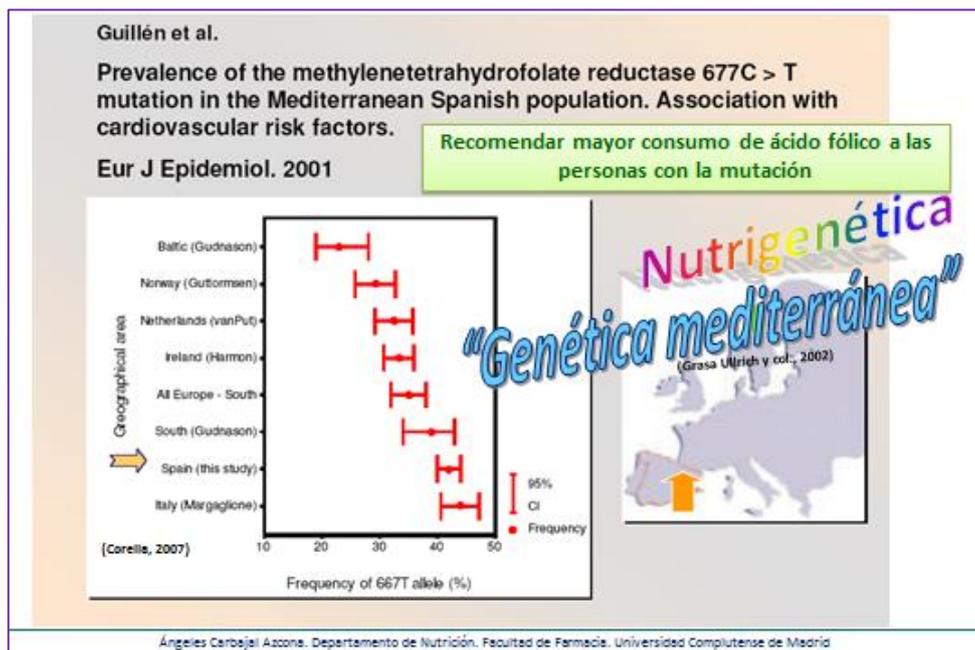
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



El folato y el polimorfismo del gen de la MTHFR ha servido de prototipo para demostrar cómo el perfil genético de una persona puede influir en el estado nutricional y en el riesgo de desarrollar algunas enfermedades. La variación 677C>T de MTHFR da lugar a una enzima termolábil, con menor actividad, que condiciona niveles altos de homocisteína y mayor riesgo cardiovascular. Sin embargo, las dietas ricas en folato compensan el defecto en el ADN y los homocigotos TT pueden mantener valores adecuados de homocisteinemia, por lo que una vez identificadas las personas o grupos con el polimorfismo es imprescindible personalizar la dieta y recomendar un mayor consumo del nutriente pues tienen mayores requerimientos que el resto de la población.



La variación 677C>T es bastante frecuente, pero la prevalencia cambia según la zona geográfica. Se ha observado que es mucho más frecuente en el sur del mediterráneo que en el norte de Europa. En las poblaciones del norte con una dieta pobre en vegetales y en ácido fólico, la selección natural se ha encargado de reducir la prevalencia del genotipo TT. En el Mediterráneo, hasta ahora, esta variante genética no era un problema pues la dieta aportaba suficiente cantidad de folato. Sin embargo, ahora, con dietas bajas en el nutriente, el polimorfismo es un factor de riesgo. Quizás como señalan Grasa y col. (2002) debemos comenzar a pensar que complementariamente a una “dieta mediterránea” existe también una “genética mediterránea”.



El ácido fólico, cuyo nombre procede de la palabra *folium* que significa hoja, está en grandes cantidades en los vegetales de hoja verde: espinacas, ensaladas, acelgas. También hay cantidades apreciables en hígado, leguminosas y semillas. Hay que tener en cuenta que se destruye fácilmente por el calor y el oxígeno.

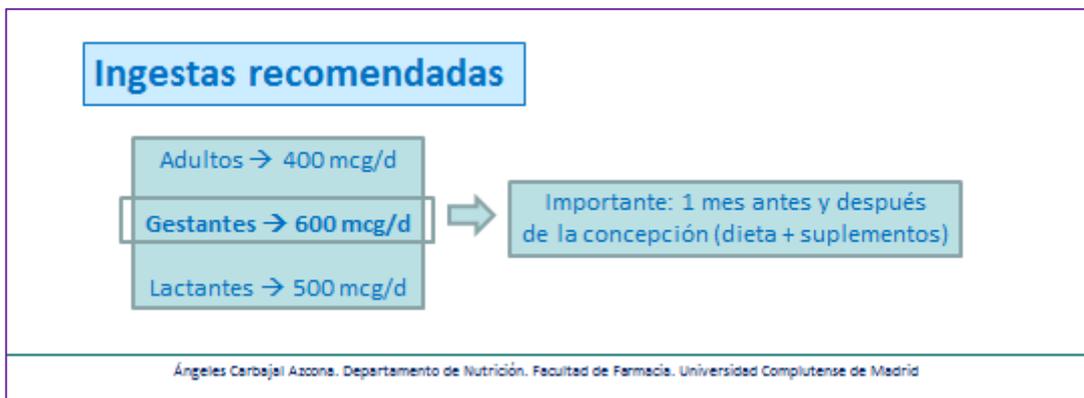
Fuentes dietéticas de ácido fólico	
Moreiras y col., 2010	µg/100g PC
Levadura	1800-5500
Hígado	30-1000
Cereales enriquecidos	250-330
Escarola, acelgas, espinacas, berros,	170-320
Otros vegetales verdes	50-100
Garbanzos, judías, lentejas	35-180
Pan integral	35-60
Huevos, quesos	3-60
Frutas, espárragos, zanahorias	10-30
Carnes, pescados	0,1-25

Pérdidas en cocinado:
 50% en cocción
 10% vapor
 Verdura almacenada a Tª ambiente 2-3 días pierde el 50-70% del ácido fólico.
 En alimentos ricos en vit.C, pierden menos.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

100 g de parte comestible de espinacas o acelgas aportan unos 140 mcg de fólico

La dieta media de los españoles suministra unos 190 mcg/día de ácido fólico, procedentes de verduras (35%) y frutas (21%), principalmente.



Bajos niveles causan anemia megaloblástica y defectos del tubo neural en el feto (malformaciones congénitas que afectan a la formación del sistema nervioso central como espina bífida o anencefalia). Actualmente, su deficiencia también se considera un factor de riesgo independiente en la enfermedad cardiovascular, al determinar, junto con deficiencias en las vitaminas B6 y B12, aumentos en la concentración del aminoácido homocisteína que parece favorecer la coagulación y el deterioro de la pared arterial.

Deficiencia de Folato

Anemia macrocítica con hematopoyesis megaloblástica
GR: pocos, grandes, inmaduros
 (megaloblastos: células nucleadas precursoras de GR
 (Ante la falta de ADN, no pueden seguir dividiéndose y se acumulan)

Sintomatología similar a la anemia por deficiencia de B₁₂ (perniciosa)

↓ GB
 Plaquetas
 Células epiteliales

Confusión mental, debilidad, fatiga,
 irritabilidad, dolor de cabeza

La vitamina + vulnerable a las interacciones:
 terapia para el cáncer, antiácidos, aspirina,
 anticonvulsivantes,

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Deficiencia de Folato

↑ Riesgo de defectos de cierre de tubo neural
 (21 – 26 días de gestación)

- Espina bífida – 60%
- Anencefalia – 30%
- Encefalocele – 10%

➤ DTN → segunda causa más frecuente de mortalidad infantil
 ➤ 1/2000 niños

➤ Intervention studies showed that supplements of 400 µg folic acid begun before pregnancy halved the incidence of neural tube defects (MRC Vitamin Study Research Group 1991; Czeizel & Dudas 1992)
 (400 mcg/d: 300 g de espinacas/día)

All women who are, or might be about to become, pregnant should take supplements of 400 µg of folic acid per day. (UK DoH advice)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Deficiencia de Folato y vitaminas B

↑ Riesgo de ciertos tipos cáncer (útero, pulmón, estómago, ..)

Hiperhomocisteinemia (HHCY):

↑ Riesgo ECV (responsable del 10% del riesgo: EC, IC)

↑ Enf. neurodegenerativa (demencia vascular, Alzheimer, alt. cognitivas)

↑ Fracturas osteoporóticas

↑ Complicaciones en gestación

A decrease of 25% in HCY concentration has been associated with an estimated 10% lower risk for CVD and 20% lower risk for stroke

HHCY (deficiencia de vitaminas, polimorfismo MTHFR 677C→T):

- Aterogénica
- Hipertensiva
- Activa cascada coagulación
- Inhibe la fibrinólisis
- Altera la función endotelial

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Toxicidad del folato

– Exceso enmascara la sintomatología de la deficiencia de vitamina B₁₂, retrasa el diagnóstico y aumenta el riesgo de lesión neurológica que acompaña a la anemia megaloblástica producida por la falta de B₁₂ (importante en ancianos)

Cuidado con suplementos de folatos en personas mayores: puede prevenir el desarrollo de anemia megaloblástica por deficiencia de vit B₁₂, pero no el daño neurológico.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

• Vitamina B12 o cianocobalamina

Es necesaria, junto con el ácido fólico, para las células en fase de división activa como las hematopoyéticas de la médula ósea. Su deficiencia da lugar a una forma característica de anemia -la anemia perniciosa- y a la degeneración de las neuronas, generalmente consecuencia de una deficiencia hereditaria de la proteína necesaria para que se absorba la vitamina B12. Se encuentra exclusivamente en los alimentos de origen animal (hígado, carnes, pescados, huevos y leche), por lo que puede existir riesgo a largo plazo de deficiencia en los vegetarianos estrictos.

Como consecuencia del alto consumo de alimentos de origen animal en las sociedades desarrolladas, la ingesta de vitamina B12 es alta, superando ampliamente las ingestas recomendadas. En España es de 8.3 mcg/día, suministrada por carnes (53%), pescados (25%), lácteos (15%) y huevos (6.4%).

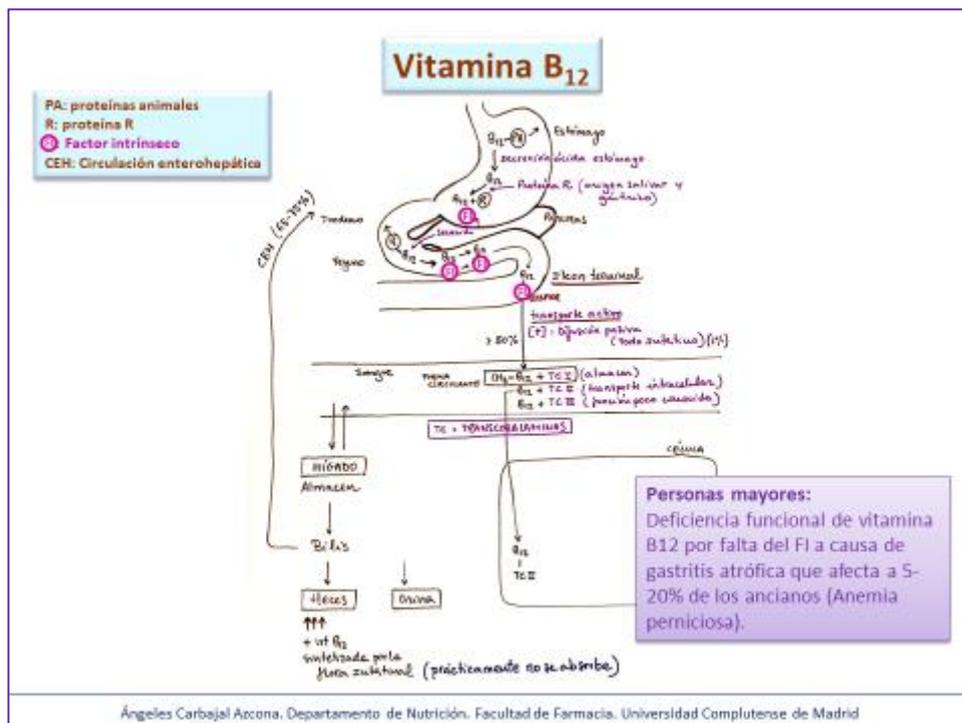
Vitamina B₁₂ – Cobalamina

Anillo tetrapirrólico + Co
Mayor peso molecular

R =	CN	cianocobalamina
R =	OH	hidroxocobalamina
R =	CH ₃	metilcobalamina
R =		adenoilcobalamina

Coenzimas activos:
Metilcobalamina (CH₃-B₁₂)
Adenosilcobalamina (Ad-B₁₂)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



- **Vitamina C o ácido ascórbico**

Es necesaria para la síntesis de colágeno, para la correcta cicatrización, el normal funcionamiento de las glándulas adrenales y para facilitar la absorción del hierro de los alimentos de origen vegetal. Su carencia, actualmente rara, produce escorbuto, caracterizado por la aparición de hemorragias especialmente en los vasos de pequeño calibre. Por sus propiedades antioxidantes juega un importante papel en la prevención de las cataratas, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas.

Se encuentra en frutas y hortalizas, especialmente en cítricos, fresas, tomates, pimientos y patatas. Es extraordinariamente termolábil y lábil a la acción del oxígeno y a las radiaciones ultravioletas, por lo que las pérdidas durante los procesos culinarios son importantes. Es la más lábil de todas las vitaminas hidrosolubles.

En países en los que el consumo de verduras y frutas es alto, como España, la ingesta de vitamina C es realmente satisfactoria (unos 126 mg/día) con la particularidad, además, de que la mayor parte de la misma es aportada por alimentos que se consumen frescos y/o crudos (frutas y ensaladas) y, por tanto, sin pérdidas adicionales de la vitamina. Procede de verduras y hortalizas (51%) y frutas (40%) que cubren satisfactoriamente las ingestas recomendadas.

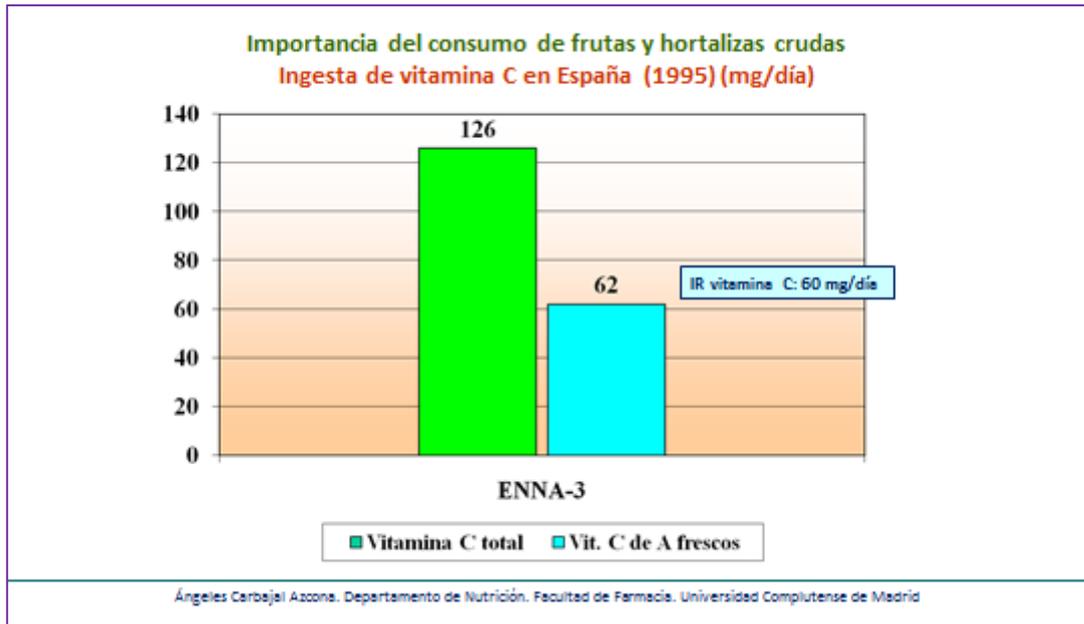
James Lind (1716-1794)
1750 trata el escorbuto con zumo de limón



“Tratado sobre el escorbuto” (1753)
Acta de la Marina Mercante:
Obligaba a la marina inglesa a llevar, según el número de marineros embarcados y la duración de la travesía, una determinada cantidad de lima para prevenir el escorbuto.

- Primer ensayo controlado de prevención dietética.
- Enfermedad carencial (este concepto no fue explícitamente descrito hasta 1906-1911 por Hopkins y Funk).
- Primeras recomendaciones dietéticas

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



- **Antioxidantes**

En el cuerpo, a lo largo de toda la vida, se producen una serie de procesos oxidativos que dan lugar a un gran número de los llamados radicales libres, moléculas que pueden lesionar las células y que, en parte, son también responsables del envejecimiento. Sin embargo, en la dieta, existen numerosas sustancias -nutrientes y no nutrientes- que "secuestran" y, así, eliminan o neutralizan estos radicales libres impidiendo que dañen los tejidos. Estos son los **antioxidantes**: sustancias que protegen a otras de la oxidación, al oxidarse ellas mismas.

Entre los antioxidantes podemos incluir a la **vitamina E** (presente principalmente en los aceites vegetales), la **vitamina C** o ácido ascórbico, los **carotenos** (estos dos últimos muy abundantes en algunas frutas y verduras) y el **selenio**, entre otros.

Pero, además, en los alimentos de origen vegetal hay otras muchas sustancias que no son nutrientes - denominados genéricamente fitoquímicos-, algunas de las cuales son también potentes antioxidantes. Por ejemplo, los licopenos, muy abundantes en los tomates, la luteína de las espinacas o los antioxidantes del aceite de oliva.

Por ello, una dieta rica en frutas, verduras, hortalizas, frutos secos, leguminosas y cereales, alimentos que proporcionan cantidades importantes de sustancias antioxidantes, además de otros nutrientes esenciales, puede ser la mejor recomendación para mantener una buena salud. Además, las personas que habitualmente fuman o beben cantidades altas de alcohol; las que viven en las grandes ciudades y están sometidas a los efectos de la contaminación, etc. pueden tener un mayor estrés oxidativo, por lo que deben cuidar especialmente su dieta con respecto al contenido de antioxidantes.