Vitaminas

Generalidades

Ángeles Carbajal Azcona
carbajal@ucm.es
https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/ - https://www.ucm.es/innovadieta/

Bibliografía

https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/manual-de-nutricion
11. Vitaminas – 2017

Innovadieta / Nutripedia, ver vitaminas
https://www.ucm.es/innovadieta/v

Capitulo 1. ¿Por qué necesitamos comer? Esencialidad de la energía y los nutrientes.
https://www.kelloggs.es/content/dam/europe/kelloggs_es/images/nutrition/PDF/Manual_Nutricion_Kelloggs_Capitulo_01.pdf

Manual of Dietetic Practice (Gandy, ed.) 2014. Table A2.1 Vitamins
http://www.manualofdieteticpractice.com/Tables/Appendix_A2_Tables.pdf

Recomendaciones de manipulación doméstica de frutas y hortalizas para preservar su valor nutritivo. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2013; 18(2): 100 – 115
https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4761737.pdf
http://renhyd.org/index.php/renhyd/article/view/85

Vitaminas

Se descubren a principios del Siglo XX

Era química

1910-1950 Se aíslan y se sintetizan
(da lugar a una quincena de premios Nobel)
1942 vitamina B_{12}

Era industrial

1933 Se fabrican en grandes cantidades
1ª síntesis industrial: vitamina C (Hoffman-La Roche, Basilea, Suiza)

Era actual

1940-50 Ingestas recomendadas
1980 Nuevas propiedades de las vitaminas:
- Preventivas: ECV, cáncer, …
- Terapéuticas: Acción farmacológica del ácido nicotínico (hipolipemiante) y retinoides (diferenciación celular)

Megadosis → Upper Levels (UL)
Los suplementos NO parecen tener el mismo efecto que los alimentos en la salud

Alta prevalencia de carencias sub-clínicas en países desarrollados.
Carencias, por falta de alimentos, en el resto del mundo.

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" (Trichopoulou y col., 2000)

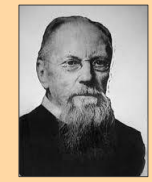
1881. N Lunin (1844-1920). Basilea (Suiza)
"A la dieta sintética (mezcla artificial de componentes purificados de leche) + agua le falta alguna sustancia desconocida sin la cual no puede llevarse a cabo la vida".

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.

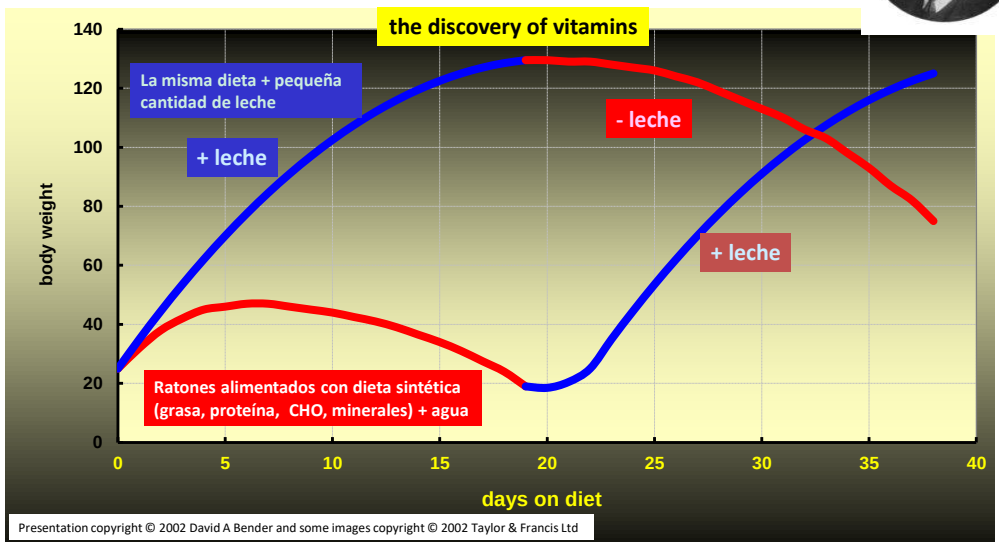
Enfermedad carencial

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. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

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



Presentation copyright © 2002 David A Bender and some images copyright © 2002 Taylor & Francis Ltd

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.
1910 se aísla la vitamina B1 o Tiamina
1936 estructura y síntesis
En 40 años se descubren todas las vitaminas
La última, la vitamina B_{12}, en 1942

Eijkman C. Nobel Lecture: the Nobel Prize in Physiology or Medicine. 1929.
https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1929/eijkman-lecture.html

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

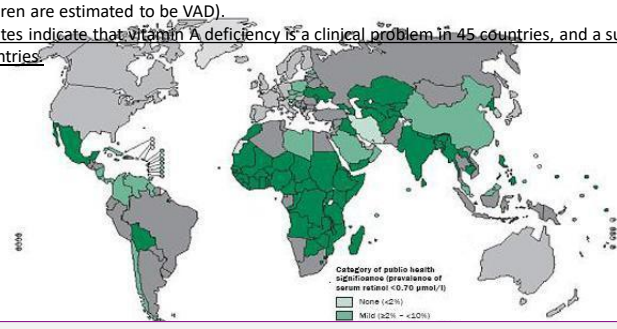
Vitaminas

- **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, K_2, B_1, B_2, B_6, B_8, *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
  (Ejemplos ……..?)

Deficiencia de vitamina A. 2ª malnutrición más importante en el mundo

Global prevalence of Vitamin A deficiency (VAD)

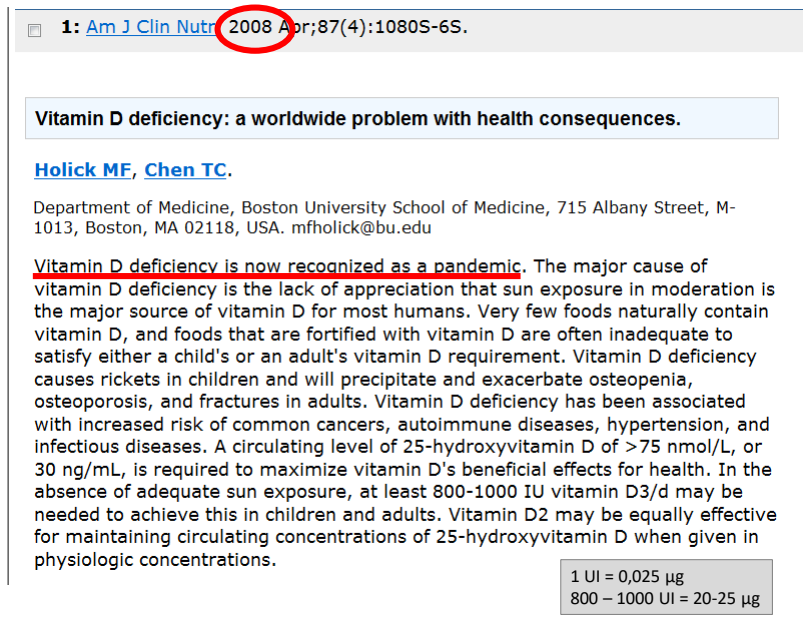
33 % (190 million) of pre-school age children (se quedan ciegos y pueden morir por una infección).
15 % (19 million) pregnant women.
5.2 million pre-school-age suffer from **clinical VAD**.
The highest prevalence and numbers are found among countries of **sub-Saharan Africa** and **South East Asia** (>40 % of pre-school age children are estimated to be VAD).
Recent WHO estimates indicate that vitamin A deficiency is a clinical problem in 45 countries, and a sub-clinical problem in 122 countries.



Iodine, iron and **vitamin A** are the most salient micronutrient deficiencies worldwide. Zinc and **folic** need to be considered too.
The Micronutrient Initiative and UNICEF, 2004

Canadian International Develoment Agency (CIDA) (2009). Investing in the future. A united call to action on vitamin and mineral deficiencies. Global report. http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing_in_the_future.pdf

Source: World Health Organization, 2009
http://www.childinfo.org/vitamina.html



1: Am J Clin Nutr. 2008 Apr;87(4):1080S-6S.

Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences.

Holick MF, Chen TC.

Department of Medicine, Boston University School of Medicine, 715 Albany Street, M-1013, Boston, MA 02118, USA. mfholick@bu.edu

Vitamin D deficiency is now recognized as a pandemic. The major cause of vitamin D deficiency is the lack of appreciation that sun exposure in moderation is the major source of vitamin D for most humans. Very few foods naturally contain vitamin D, and foods that are fortified with vitamin D are often inadequate to satisfy either a child's or an adult's vitamin D requirement. Vitamin D deficiency causes rickets in children and will precipitate and exacerbate osteopenia, osteoporosis, and fractures in adults. Vitamin D deficiency has been associated with increased risk of common cancers, autoimmune diseases, hypertension, and infectious diseases. A circulating level of 25-hydroxyvitamin D of >75 nmol/L, or 30 ng/mL, is required to maximize vitamin D's beneficial effects for health. In the absence of adequate sun exposure, at least 800-1000 IU vitamin D3/d may be needed to achieve this in children and adults. Vitamin D2 may be equally effective for maintaining circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D when given in physiologic concentrations.

1 UI = 0,025 µg
800 – 1000 UI = 20-25 µg

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$(OH)_2$D (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 K_2 (menaquinona) son activas sin transformación previa)

- La mayoría tienen más de una forma activa: **vitámeros activos, ej.:**
  - Vitamina A = retinol, retinal, ácido retinoico

Vitaminas

Nombre genérico	Nombre químico de los vitámeros
Vitamina A: Eq. retinol	Retinol Carotenoides pro-vitamina A
Vitamina D	Colecalciferol (D3) (origen animal) Ergocalciferol (D2) (origen vegetal)
Vitamina E	Tocoferoles Tocotrienoles
Vitamina K	Filoquinona (K1) (origen vegetal) Menaquinona (K2) (origen bacteriano)

Subrayado: denominación recomendada

Vitaminas

Nombre genérico	Nombre químico de los vitámeros
Vitamina B1	Tiamina
Vitamina B2	Riboflavina
Vitamina PP o B3 o Niacina	Ac. Nicotínico Nicotinamida
Vitamina B5	Ac. Pantoténico
Vitamina B6	Piridoxina Piridoxal Piridoxamina
Vitamina B8	Biotina
Vitamina B9	Ác. Fólico, Folato Poliglutamatos
Vitamina B12	Cobalaminas
Vitamina C	Ác. Ascórbico Ác. Dehidroascórbico

Colina: esencial en algunas etapas de la vida

Subrayado: denominación recomendada

TABLE 1-3 Elements in the Six Classes of Nutrients

The nutrients that contain carbon are organic.

	CARBON	OXYGEN	HYDROGEN	NITROGEN	MINERALS
Water		✔	✔		
Carbohydrate	✔	✔	✔		
Fat	✔	✔	✔		
Protein	✔	✔	✔	✔	[b]
Vitamins	✔	✔	✔	✔[a]	[b]
Minerals					✔

[a]All of the B vitamins contain nitrogen; *amine* means nitrogen.
[b]Protein and some vitamins contain the mineral sulfur; vitamin B_{12} contains the mineral cobalt.

Copyright 2008 Thomson Wadsworth publishing

Diferencias con hidratos de carbono, lípidos y proteínas

Vitaminas

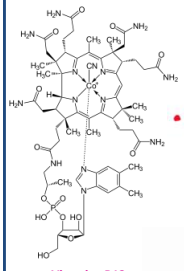
Nutrientes
Orgánicos

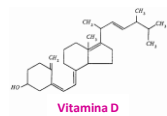
Igual

CHO, Líp, Prot

Nutrientes
Orgánicos

Diferencias


Vitamina B12


Vitamina D

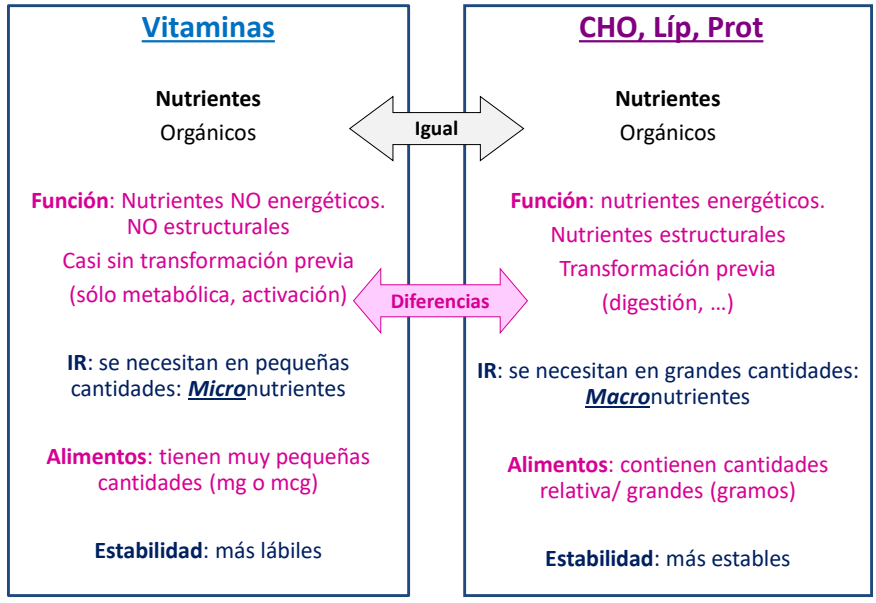
• ESTRUCTURA: Unidades individuales que no están unidas formando cadenas. Lapas.
Muy heterogénea.
Bajo PM

B_{12} - Porfirina
G - azúcar
D - Hormona esteroidea

Proteínas

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Diferencias con hidratos de carbono, lípidos y proteínas



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

*Micro*nutrientes

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*

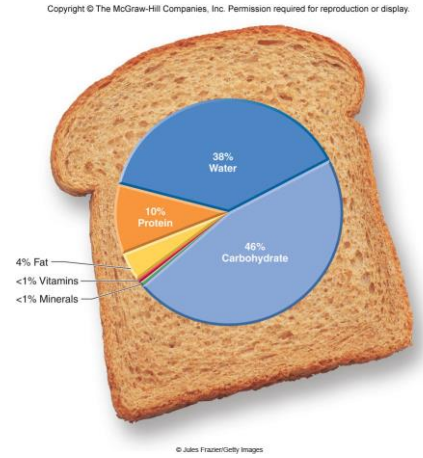
- Prevención de manifestaciones clínicas de carencia, Mantenimiento de un óptimo estado biológico, Saturación de reservas, Prevención de ciertas patologías no carenciales. Varían según edad, sexo, estado fisiológico, patológico, composición de la dieta, etc.

No jerarquía nutricional !!!

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

*Micro*nutrientes

- Rebanada de pan (28 g)
- Vitaminas: representan el ~0.005% (1.48 mg) del peso del pan



No jerarquía nutricional !!!

Vitaminas
Contenido mínimo y máximo en alimentos
mcg/100 g de parte comestible

	Mínimo	Máximo	Ratio
Vitamina B6	10	750	**75**
Tiamina	10	1000	**100**
B-caroteno	10	12000	**1200**
Fólico	0,1	192	**1920**
Vitamina C	400	131000	**3275**
Retinol	4	14600	**3650**
Niacina	10	41000	**4100**
Vitamina E	10	48700	**4870**
Vitamina D	0,01	110	**11000**

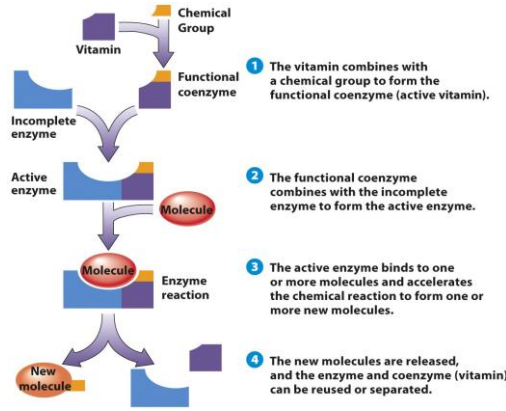
No jerarquía nutricional !!!

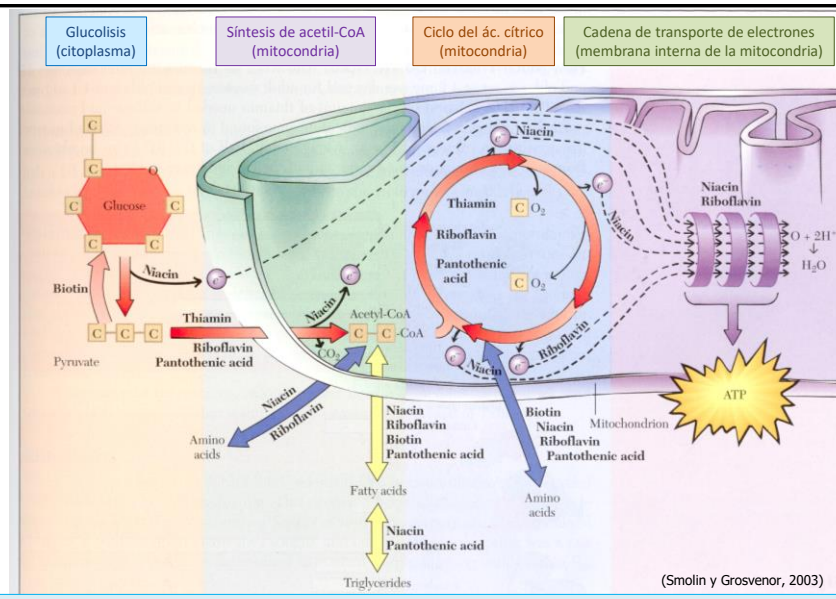
Clasificación: según funciones y mecanismo de acción

- Participan en ciertas reacciones químicas:
  - Como **coenzimas** [combinan con proteínas → enzimas activos (A, K y muchas hidrosolubles: B1, B2, B6, niacina, biotina)]

Coenzimas:
pequeñas moléculas que regulan múltiples reacciones químicas de síntesis o degradación interaccionando con los enzimas

Visualizing Nutrition: Everyday Choices
Mary B. Grosvenor, Lori A. Smolin





Ejemplos de reacciones que requieren vitaminas como coenzimas (Tiamina, riboflavina, niacina, biotina o ácido pantoténico). Importantes en la producción de energía a partir de CHO, lípidos y proteína. **Metabolismo de la glucosa**. En el citoplasma, la glucolisis rompe la glucosa en dos moléculas de piruvato que dentro de la mitocondria son convertidas en acetil-CoA que entra en el ciclo del ácido cítrico. Electrones de alta energía son transferidos a la cadena de transporte de electrones donde su energía es atrapada para producir ATP

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.

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
- Lábiles
- Funcionan principalmente como coenzimas

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Fuentes de vitaminas

Fuentes naturales:

Plantas, animales, hongos, bacterias

Sintéticas:

En el laboratorio

Por microorganismos en el laboratorio 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*

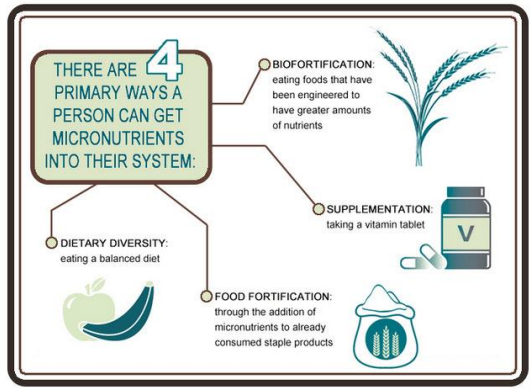
Enriquecimiento (se restauran o incluso se superan los niveles iniciales de los nutrientes perdidos durante la manipulación del alimento : ej. vitaminas o fibra añadidas a la harina refinada)

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

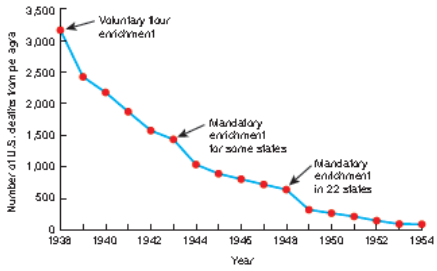
Vitaminas. Fortificación

- Fortification of staple food: A successful history, FAO, 1998
  http://archive.unu.edu/unupress/food/V191e/ch10.htm
- Vitamin food fortification today, Food Nutr Res. 2012; 56: 10
  https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3319130/
- Effectiveness of Food Fortification in the United States: The Case of Pellagra, Am J Public Health. 2000;90:727–738
  https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1446222/pdf/10800421.pdf



https://www.vitamindwiki.com/Vitamin+D+home+fortification-+don%27t+wait+100+years+for+your+govt

Vitaminas. Fortificación



- Adds nutrients to foods
- Government mandated and voluntary
- Prevents deficiencies leading to diseases
- May also cause toxicity
- May give people a false sense of security about the healthfulness of their food

Visualizing Nutrition: Everyday Choices
Mary B. Grosvenor, Lori A. Smolin

Fortified Breakfast Cereal

Nutrition Facts / Valeur nutritive
Per 1 cup (50 g) / par 1 tasse (50 g)

Amount / Teneur	Cereal	Cereal with 125 mL Skim Milk
Calories / Calories	100	160
	% Daily Value / % valeur quotidienne	
Fat / Lipides 0.5 g	1 %	1 %
Saturated / saturés 0 g + Trans / trans 0 g	0 %	5 %
Cholesterol / Cholestérol 0 mg	0 %	5 %
Sodium / Sodium 190 mg	8 %	10 %
Carbohydrate / Glucides 25 g	5 %	
Fibre / Fibres 1 g	4 %	
Sugars / Sucres 1 g		
Protein / Protéines 7 g		
Vitamin A / Vitamine A	15 %	20 %
Vitamin C / Vitamine C	25 %	25 %
Calcium / Calcium	0 %	15 %
Iron / Fer	100 %	100 %
Vitamin D / Vitamine D	10 %	25 %
Vitamin E / Vitamine E	100 %	100 %
Thiamin / Thiamine	100 %	100 %
Riboflavin / Riboflavine	100 %	110 %
Niacin / Niacine	100 %	100 %
Vitamin B_6 / Vitamin B_6	100 %	100 %
Folate / Folate	100 %	100 %
Vitamin B_{12} / Vitamin B_{12}	100 %	110 %
Pantothenate / Pantothénate	100 %	100 %
Phosphorus / Phosphore	10 %	20 %
Magnesium / Magnésium	8 %	10 %
Zinc / Zinc	100 %	100 %
Copper / Cuivre	4 %	6 %

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

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. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

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

Principales fuentes alimentarias de vitaminas

Liposolubles	Fuentes
Vitamina A (retinol y Carotenos)	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.

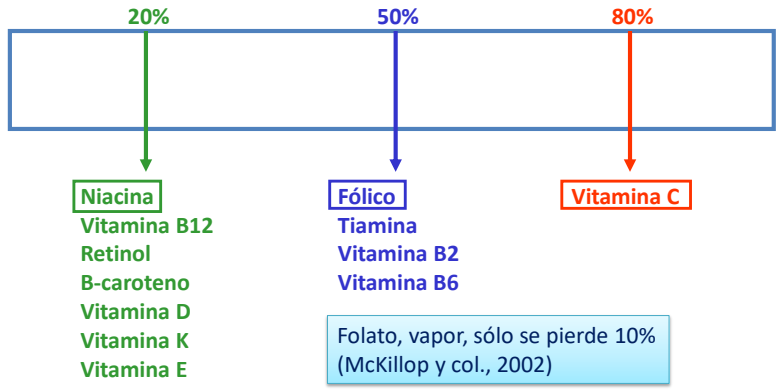
Principales fuentes alimentarias de vitaminas

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. Vísceras, yema de huevo, soja, pescados, cereales integrales.
Ác. pantoténico	Ampliamente repartida. Vísceras, setas, aguacate, brécol, cereales integrales.
Vitamina C	Frutas, especialmente cítricos, kiwi; pimientos, lechuga, tomates, ...

Pérdidas de vitaminas

(temperatura, luz, calor, oxidación, humedad, pH, proceso culinario, tº exposición, ..)



Folato, vapor, sólo se pierde 10% (McKillop y col., 2002)

Vitamina C: "marcador de calidad nutricional" del alimento

Table 1. Vitamin stability and losses determined by intrinsic and extrinsic conditions of food

VITAMIN	HEAT	PH = 7	PH < 7	PH > 7	OXYGEN	LIGHT	% MAX. LOSSES
Thiamine	Instable	Instable	Stable	Instable	Instable	Stable	80
Riboflavin	Instable	Stable	Stable	Instable	Stable	Instable	75
Niacin	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	75
Pantoteic acid	Instable	Stable	Instable	Instable	Stable	Stable	50
Pyridoxine	Instable	Stable	Stable	Stable	Stable	Instable	40
Folic acid	Instable	Instable	Instable	Stable	Instable	Instable	100
Vit. B_{12}	Stable	Stable	Stable	Stable	Instable	Instable	10
Vit C	Instable	Instable	Stable	Instable	Instable	Instable	100
Vit A	Instable	Stable	Instable	Stable	Instable	Instable	40
Vit D	Instable	Stable	–	Instable	Instable	Instable	40
Vit E	Instable	Stable	Stable	Stable	Instable	Instable	55
Vit K	Stable	Stable	Instable	Instable	Stable	Instable	5

Based on Harris and Karmas, 1975; Priestley, 1979.

Fuente: Ros, 2010; pag 25
http://www.fen.org.es/index.php/actividades/publicacion/hot-topics-en-vitaminas-y-salud

Tips for preserving vitamins

Tips for preserving the vitamins in your food Table 7.2

- Store food away from heat and light, and eat food soon after purchasing it.
- Cut fruits and vegetables as close as possible to the time when they will be cooked or served.
- Don't soak vegetables before you cook them.
- Cook vegetables using as little water as possible by microwaving, pressure-cooking, roasting, grilling, stir-frying, or baking rather than boiling.
- If foods are cooked in water, use the cooking water to make soups and sauces so that you can retrieve some of the nutrients.
- Don't rinse rice before cooking, to avoid washing away water-soluble vitamins.

Visualizing Nutrition: Everyday Choices
Mary B. Grosvenor, Lori A. Smolin

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**

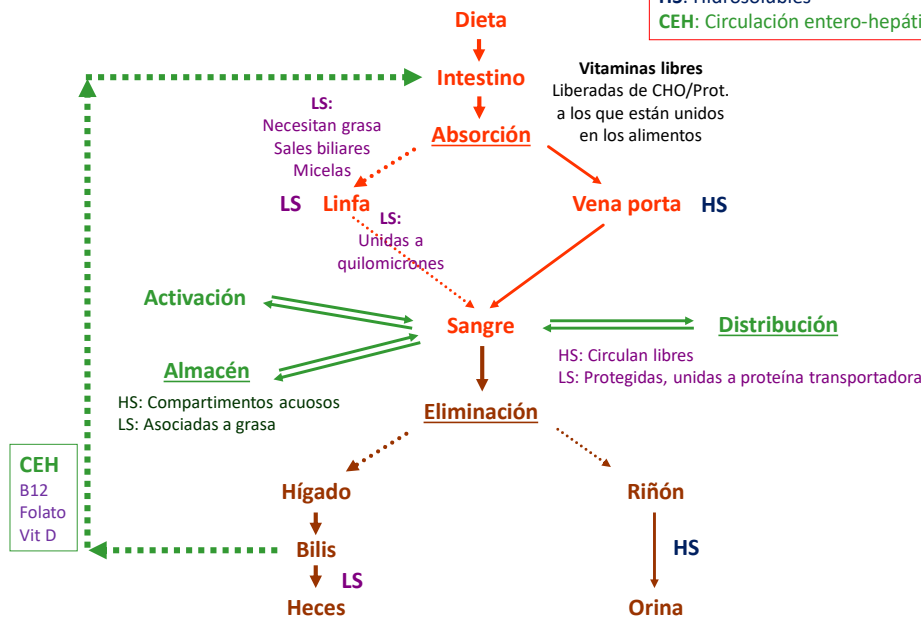
Si hay síntesis endógena, ¿Por qué son nutrientes?

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

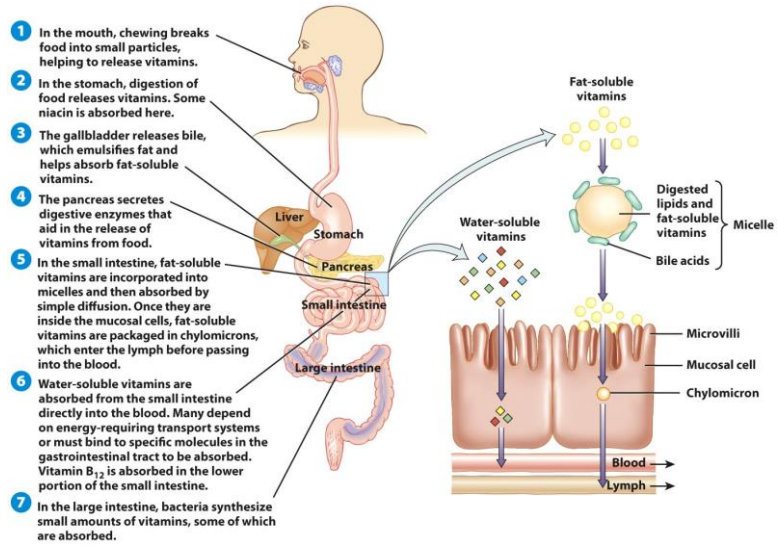
Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Metabolismo de vitaminas

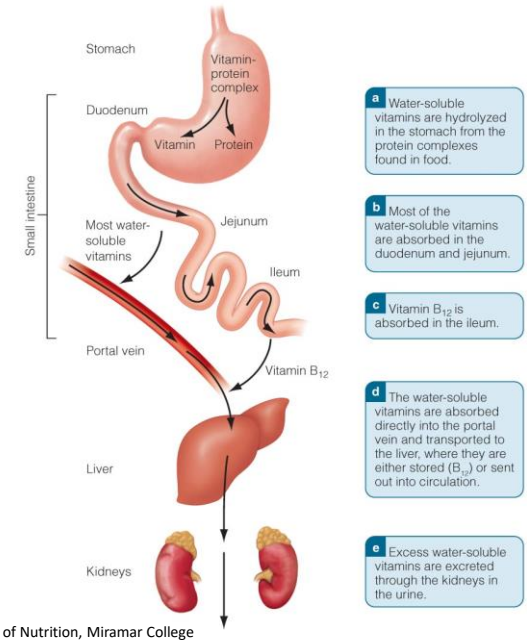
LS: Liposolubles
HS: Hidrosolubles
CEH: Circulación entero-hepática



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal



Visualizing Nutrition: Everyday Choices,
by Mary B. Grosvenor, Lori A. Smolin



Dr McMahon, The Biology of Nutrition, Miramar College

Absorción

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

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.

Biodisponibilidad depende de:

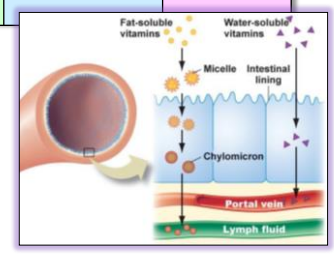
- Eficacia de la digestión
- Tiempo de tránsito
- Fuentes dietéticas, composición de la dieta, procesado de los alimentos, …..
- Posibles interacciones
- Estado nutricional: absorción generalmente mayor cuando la vitamina es + necesaria:
  - Crecimiento (ej. Infancia, adolescencia)
  - Gestación
  -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

Factores importantes en la estimación de las IR

Absorción

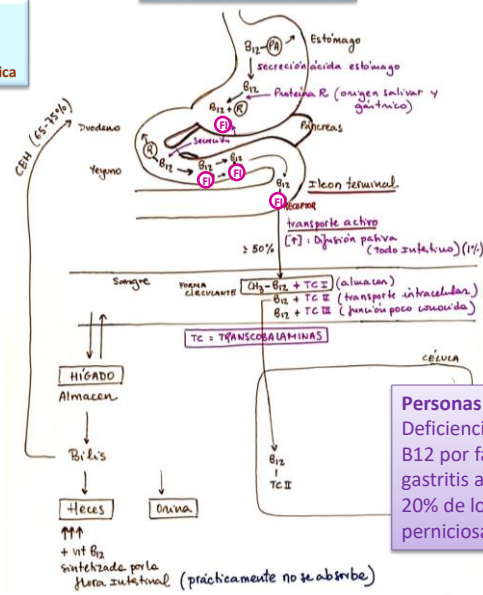
	ID proximal (Duodeno y yeyuno)	ID distal (Íleon)	Colon
Hidrosolubles	B1, B2, Niacina, B5, B6, B8, Fólico	C, B12	-
Liposolubles	A, β-C, D, E, K1	- (D)	K2

Liposolubles: en forma de micelas (sales biliares), por vía linfática unidas a quilomicrones.
Necesitan presencia de grasa de la dieta



Vitamina B_{12}

PA: proteínas animales
R: proteína R
FI: Factor intrínseco
CEH: Circulación enterohepática

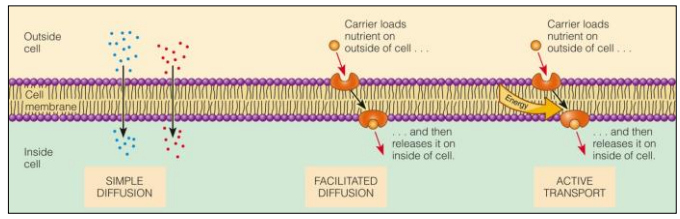


Personas mayores:
Deficiencia funcional de vitamina B12 por falta del FI a causa de gastritis atrófica que afecta a 5-20% de los ancianos (Anemia perniciosa).

Mecanismos de absorción

	Difusión pasiva	Difusión facilitada	Transporte activo
Liposolubles	D, E, K2 carotenos	-	A, K1
Hidrosolubles	B6, B8	Niacina	B1, B2, B5, B8, Fólico, B12, C

Transporte activo saturable: el % absorbido disminuye al aumentar la ingesta



Transporte

	Libres en plasma	Ligadas a proteína específica	Unidas proteína no específica Ej. Albúmina	Unidas a lipoproteínas	Interior del GR
Liposolubles	--	**A, D**	--	**E, K**	--
Hidrosolubles	**C**	**B8, B12, B9**	**B9**	--	**B1, B2, Niacina, B5, B6**

Retinol Binding Protein (RBP)
Vitamin D Binding Protein (DBP)
Transcobalaminas
Folic Acid Binding Protein (FABP)
LDL; HDL
Albúmina
Biotidinasa, ...

Importancia de la proteína transportadora

- Solubiliza y transporta
- Protege a la vitamina (ej. oxidación, ..)
- Regula su movilización y depósito en órganos y tejidos diana
- Confiere especificidad para depositarla en células diana

Deficiencia de la proteína transportadora (p.e. Malnutrición proteica) → "Deficiencia funcional de la vitamina"

Formas biológicamente activas

Vitamina A	Retinol, Retinal, Ác. Retinoico
Vitamina D	1,25-dihidroxi-colecalciferol 25-hidroxi-colecalciferol
Vitamina E	Alfa-tocoferol
Vitamina K	Filoquinona (K1) Menaquinona (K2)

Subrayadas: Activas sin transformación previa

Formas biológicamente activas

Tiamina	Pirofosfato de Tiamina (TPP) Trifosfato de Tiamina (TTP)
Riboflavina	Flavin mononucleótido (FMN) Flavin adenín dinucelótido (FAD)
Niacina	Nicotin adenín dinucleótido (NAD) Nicotin adenín dinucleótido fosfato (NADP)
Ac. Pantoténico	Coenzima A (CoA)
Vitamina B6	Piridoxal fosfato (PLP)
Biotina	Biotinil-AMP
Ac. Fólico	Tetrahidrofolatos (THF)
Vitamina B12	Metilcobalamina Adenosilcobalamina
Vitamina C	Ác. Ascórbico Ác. Dehidroascórbico

Subrayadas: Activas sin transformación previa

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Almacenamiento

(Regulación)

A	≈ 6 meses	Hígado
D	4-5 meses	Tejido adiposo, músculo, **hígado de pescados**
E	≈ 1 año	Tejido adiposo, músculo, hígado
Folato	3-4 meses	Hígado
B_{12}	3-5 años	Hígado

El resto no se almacena de forma significativa →
→ deben ser aportadas regularmente por la dieta o por la síntesis endógena

Eliminación

	Orina	Heces
Liposolubles (no se excretan fácilmente. Se pierden)	A	A, D, E, K
Hidrosolubles	B1, B2, PP, B5, B6, B8, C	B9, B12

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 **Xerolftalmia** 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.	**Raquitismo**: 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 la enfermedad crónica

Modificado de DA Bender. Nutritional Biochemistry of the Vitamins, 2003, Cambridge University Press.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

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 (**Beri-Beri**) 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 linsina 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

Modificado de DA Bender. Nutritional Biochemistry of the Vitamins, 2003, Cambridge University Press.

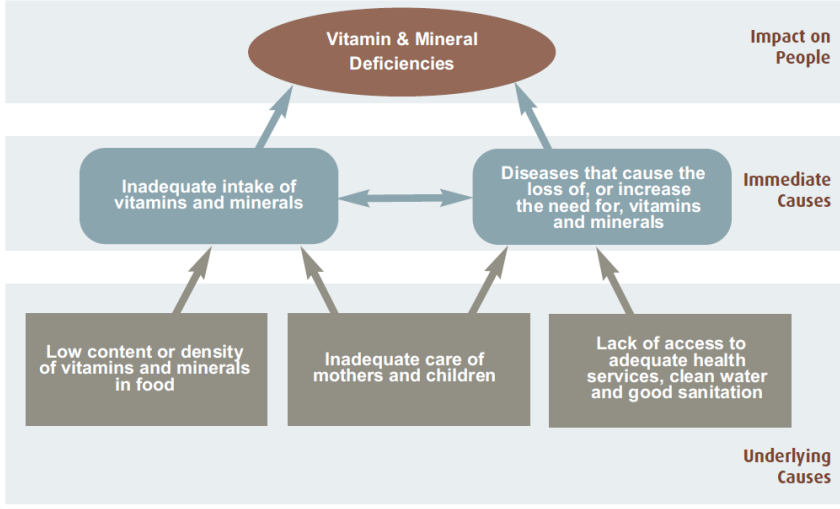
Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Epidemiología de la deficiencia

- PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO
  - Falta de Alimentos
  - Carencias con manifestaciones clínicas
- PAÍSES DESARROLLADOS
  - Carencias Subclínicas:
    - Alimentación desequilibrada
    - Personas de edad avanzada
    - Embarazo y lactancia
    - Prematuros
    - Alcoholismo crónico
    - Malabsorción crónica
    - Diálisis
    - Interacción medicamentosa
    - Alteraciones congénitas metabolismo

Grupos de riesgo
- Niños, jóvenes
- Mujeres edad fértil
- Ancianos
- Regímenes vegetarianos

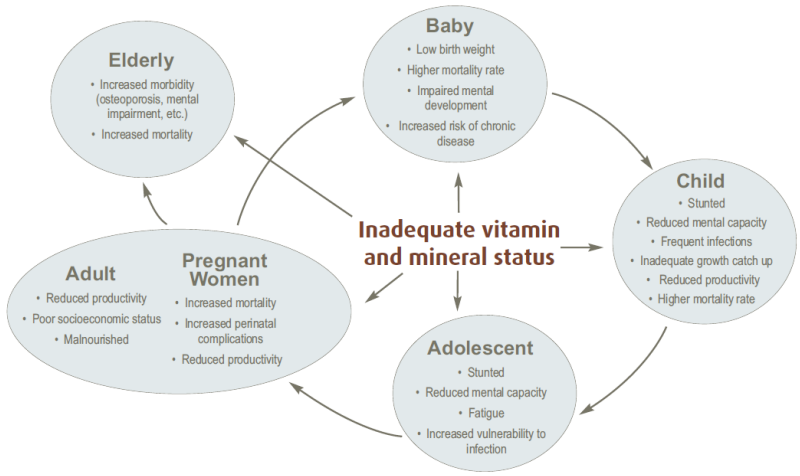
Figure 2. The main causes of vitamin and mineral deficiencies



Source: Adapted from Determinants of Malnutrition: The State of the World's Children, UNICEF, 1998

Canadian International Develoment Agency (CIDA) (2009). Investing in the future. A united call to action on vitamin and mineral deficiencies. Global report. http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing_in_the_future.pdf

Figure 1. Consequences of vitamin and mineral deficiencies during the life cycle



Adapted from the United Nations Administrative Committee on Coordination Sub-Committee on Nutrition (ACC/SCN), Fourth Report on the World Nutrition Situation, 2000, Geneva: ACC/SCN in collaboration with IFPRI.

Canadian International Develoment Agency (CIDA) (2009). Investing in the future. A united call to action on vitamin and mineral deficiencies. Global report. http://www.unitedcalltoaction.org/documents/Investing_in_the_future.pdf

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**.

Aranceta J, Serra Ll, Pérez C, Llopis J, Mataix J, Ribas L y cols. Las vitaminas en la alimentación de los españoles. Estudio eVe. Análisis en población general. En: Aranceta J, Serra Ll, Ortega RM, Entrala A, Gil A (eds.). *Las vitaminas en la alimentación de los españoles*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2000: 49-93.

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

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. REVISADAS 2015

Categoría Edad (años)	Energía (1) (2)	Proteínas (3)	Ca	Fe	I	Zn	Mg	K	P	Se	Tiamina (4)	Riboflavina (4)	Equivalentes de niacina (4) (5)	Vitamina B_6	Folato (6)	Vitamina B_{12}	Vitamina C	Vitamina A, Eq. de retinol (7)	Vitamina D (8)	Vitamina E (9)	Vitamina K
	kcal	g	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg	µg	µg	mg	µg	µg	mg	µg
Niños y niñas																					
0-6 meses	650	14	400	7	35	3	60	800	300	10	0,3	0,4	4	0,3	40	0,3	50	450	10	6	2
7-12 meses	950	20	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	23	600	7	55	10	125	800	400	20	0,5	0,8	8	0,7	100	0,9	55	300	15	6	30
4-5 años	1.700	30	700	9	70	10	200	1.100	500	20	0,7	1	11	1,1	200	1,5	55	300	15	7	55
6-9 años	2.000	36	800	9	90	10	250	2.000	700	30	0,8	1,2	13	1,4	200	1,5	55	400	15	8	55
Hombres																					
10-12	2.450	43	1.300	12	125	15	350	3.100	1.200	40	1	1,5	16	1,6	300	2	60	1.000	15	10	60
13-15	2.750	54	1.300	15	135	15	400	3.100	1.200	40	1,1	1,7	18	2,1	400	2	60	1.000	15	11	75
16-19	3.000	56	1.300	15	145	15	400	3.500	1.200	50	1,2	1,8	20	2,1	400	2	60	1.000	15	12	120
20-39	3.000	54	1.000	10	140	15	350	3.500	700	70	1,2	1,8	20	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120
40-49	2.850	54	1.000	10	140	15	350	3.500	700	70	1,1	1,7	19	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120
50-59	2.700	54	1.000	10	140	15	350	3.500	700	70	1,1	1,6	18	1,8	400	2	60	1.000	15	12	120
60 y más	2.400	54	1.200	10	140	15	350	3.500	700	70	1	1,4	16	1,8	400	2	60	1.000	20	12	120
Mujeres																					
10-12	2.300	41	1.300	18	115	15	300	3.100	1.200	45	0,9	1,4	15	1,6	300	2	60	800	15	10	60
13-15	2.500	45	1.300	18	115	15	330	3.100	1.200	45	1	1,5	17	2,1	400	2	60	800	15	11	75
16-19	2.300	43	1.300	18	115	15	330	3.500	1.200	50	0,9	1,4	15	1,7	400	2	60	800	15	12	90
20-39	2.300	41	1.000	18	110	15	330	3.500	700	55	0,9	1,4	15	1,6	400	2	60	800	15	12	90
40-49	2.185	41	1.000	18	110	15	330	3.500	700	55	0,9	1,3	14	1,6	400	2	60	800	15	12	90
50-59	2.075	41	1.200	10	110	15	300	3.500	700	55	0,8	1,2	14	1,6	400	2	60	800	15	12	90
60 y más	1.875	41	1.200	10	110	15	300	3.500	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	3.500	700	65	+0,1	+0,2	+2	1,9	600*	2,2	80	800	15	+3	90
Lactancia	+500	+25	1.300	18	+45	25	+120	3.500	700	75	+0,2	+0,3	+3	2	500	2,6	85	1.300	15	+5	90

* Primera y segunda mitad de la gestación

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

Valores de Ingesta Máxima Tolerable [Tolerable Upper Intake Levels (UL)] en adultos de 19 a 70 años (IOM y EFSA)

Concepto de Tolerable Upper Intake level (UL): nivel más alto de ingesta de un nutriente a la que es probable que no se observe ningún efecto adverso para la salud en la mayoría de los individuos de la población general.

Nutriente	UL/día (IOM, 2000)	UL/día (EFSA)	IR/día
Vitamina A (retinol y sus ésteres)	3000 µg	3000 µg	800-1000 µg
Beta-caroteno y otros carotenoides	–	–	–
Vitamina D	50 µg (2000 UI)	100 µg (4000 UI)	5-15 µg
Vitamina E (a) (b)	1000 mg	300 mg	10-12 mg
Vitamina K	–	–	90-120 mcg
Vitamina B1	–	–	0,9-1,2 mg
Vitamina B2	–	–	1,1-1,8 mg
Vitamina B6	100 mg	25 mg	1,6-2,1 mg
Niacina (a)	35 mg	10 mg	15-20 mg
Folato de alimentos	–	–	400-600 mcg
Ácido fólico sintético (a)	1000 µg	1000 µg	–
Vitamina B12	–	–	1,5-2 mcg
Biotina	–	–	–
Colina	3,5 g	–	0,4-0,5 g
Ácido pantoténico	–	–	–
Vitamina C	2.000 mg	–	60 mg

(a) UL para vit. E, 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. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Vitaminas: márgenes de seguridad

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

Nutriente	UL/día
Vitamina A	3000 µg
Carotenoides	–
Vitamina D	50 µg (2000 UI)
Vitamina E (a) (b)	1000 mg
Vitamina K	–
Vitamina B1	–
Vitamina B2	–
Vitamina B6	100 mg
Niacina (a)	35 mg
Folato de alimentos	–
Ác. fólico sintético (a)	1000 µg
Vitamina B12	–
Biotina	–
Colina	3,5 g
Ácido pantoténico	–
Vitamina C	2000 mg

– 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.
(a)UL para vitamina E, 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.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

alpha-tocopherol (vitamin E), beta-carotene trial (ATBC)
Beta-carotene and retinol efficacy trial (CARET)
(30 mg B-caroteno y 25000 UI retinol ←→ cáncer pulmón, ECV, mortalidad total)
(fumadores y trabajadores expuestos a amianto)
1983 → 1989 → 1996 (se paró adm. suplem.) → 2001

Omenn GS. Chemoprevention of lung cancers: lessons from CARET, the beta-carotene and retinol efficacy trial, and prospects for the future. Eur J Cancer Prev. 2007 Jun;16(3):184-91.

Abstract. The objective of this paper was to review the strategies for lung cancer

Cuidado con suplementos de antioxidantes

employed. Both trials and many others **showed no benefit** from what was once the prime candidate for lung cancer chemoprevention, beta-carotene. Furthermore, **both trials found that beta-carotene, alone or in combination with vitamin E or retinyl palmitate, increased the incidence of lung cancers and the total and cardiovascular mortality rates**. In conclusion, design, conduct, documentation, relationships with participants, and preparedness for unexpected findings are all important for chemoprevention research. Trials are necessary to test inferences from observational epidemiology and animal models. Multiple classes of promising agents are available for evaluation and for eventual randomized trials.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal

Propiedades farmacológicas con ingestas altas:

- Tiamina puede actuar como repelente
- Ácido nicotínico se usa como hipolipemiante
- Vitamina B6 puede ser beneficiosa en el tratamiento del síndrome premenstrual

Posibles interacciones:

- Enmascaramiento del déficit de vitamina B12 con ingestas altas de folato en personas mayores

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Fac. Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. https://www.ucm.es/nutricioncarbajal