VITAMINS & MINERALS
BLOOD
010

Tema 2
Funciones de las vitaminas

Introducción

Como viste en el tema anterior, las vitaminas, aunque requeridas en pequeñas cantidades, son un elemento esencial e indispensable porque tienen un papel central en el metabolismo; por lo general, las vitaminas no pueden ser sintetizadas por el cuerpo, de modo que deben ser suministradas en la dieta.

En este tema revisarás las funciones básicas, así como las fuentes principales y los requerimientos de cada una de las vitaminas.

VITAMIN A
VITAMIN C
VITAMIN D
VITAMIN B6
VITAMIN E
VITAMIN B12

Explicación

2.1 Liposolubles (A, D, E, K)

1. Vitamina A (Retinol)

La vitamina A está involucrada en múltiples procesos biológicos:

Crecimiento y desarrollo	Diferenciación celular	Visión	Función inmunitaria
▪ Es necesaria durante el desarrollo embrionario. ▪ Colabora en la función, estructura y producción normal de células epiteliales de pulmón, tráquea, piel y tubo digestivo. ▪ Formación y conservación de las células que producen moco. ▪ Los retinoides naturales influyen en la proliferación de las células epiteliales y en la diferenciación epidérmica y se emplean como agentes sistémicos en el tratamiento de enfermedades hiperqueratósicas, acné y algunos tipos de cáncer de piel.	▪ Los receptores de ácido retinoico se unen a grupos específicos del ADN, regulando la formación de ARN. ▪ Es necesario para la expresión génica, diferenciación celular. ▪ Ayuda a la diferenciación normal de las células que constituyen componentes estructurales (córnea y retina).	▪ El ojo requiere dos formas distintas de vitamina A para realizar dos procesos diferentes: a. Como 11 cis retinal en la retina esta vitamina permite la transducción de luz en señales nerviosas necesarias para la visión, en la retina los bastones captan los movimientos con luz escasa y los conos los colores. b. Como ácido retinoico la vitamina A mantiene la diferenciación normal de las células de las membranas de la conjuntiva, córnea y otras estructuras oculares, así como la prevención de xeroftalmia. ▪ Ayuda en la formación de rodopsina que es un fotorreceptor responsable de la absorción de luz y proteína fundamental en las primeras etapas del proceso visual.	▪ Su presencia se ha asociado con la eliminación de patógenos. ▪ En la deficiencia de retinoides, la vía celular para una respuesta adecuada está intacta, pero el mecanismo de señalamiento necesario para la respuesta inmunitaria normal es defectuoso y éste se restablece cuando se suministra vitamina A.

Figura 2.1 Principales funciones de la Vitamina A.
Adaptado de: Melo, V., y Cuamatzi, O. (2020). *Bioquímica de los procesos metabólicos* (3ª ed.). España: Reverté.

2. Vitamina D (Colecalciferol)

La vitamina D es conocida principalmente por su función en el metabolismo óseo, el control de la homeostasis del Ca2+, la regulación del crecimiento y desarrollo del hueso y la regulación del metabolismo del fósforo. Esto permite mantener la salud ósea y evitar la desmineralización.

Esta vitamina no solo posee actividades para el equilibrio de sales en la sangre, también favorece la absorción de estas en el intestino y su depuración en riñones; a la vitamina D, además, se le ha asociado a la eliminación de patógenos, al menos en modelos experimentales. El calcitriol es la forma activa de la vitamina D3 y funciona como hormona esteroidea, ya que interacciona con receptores citoplasmáticos y nucleares de las células blanco y favorece la síntesis de ARN mensajero y proteínas necesarias para la absorción en el intestino del Ca2+, estas proteínas se encuentran también en piel, páncreas y células paratiroideas, como respuesta a la presencia de calcitriol.

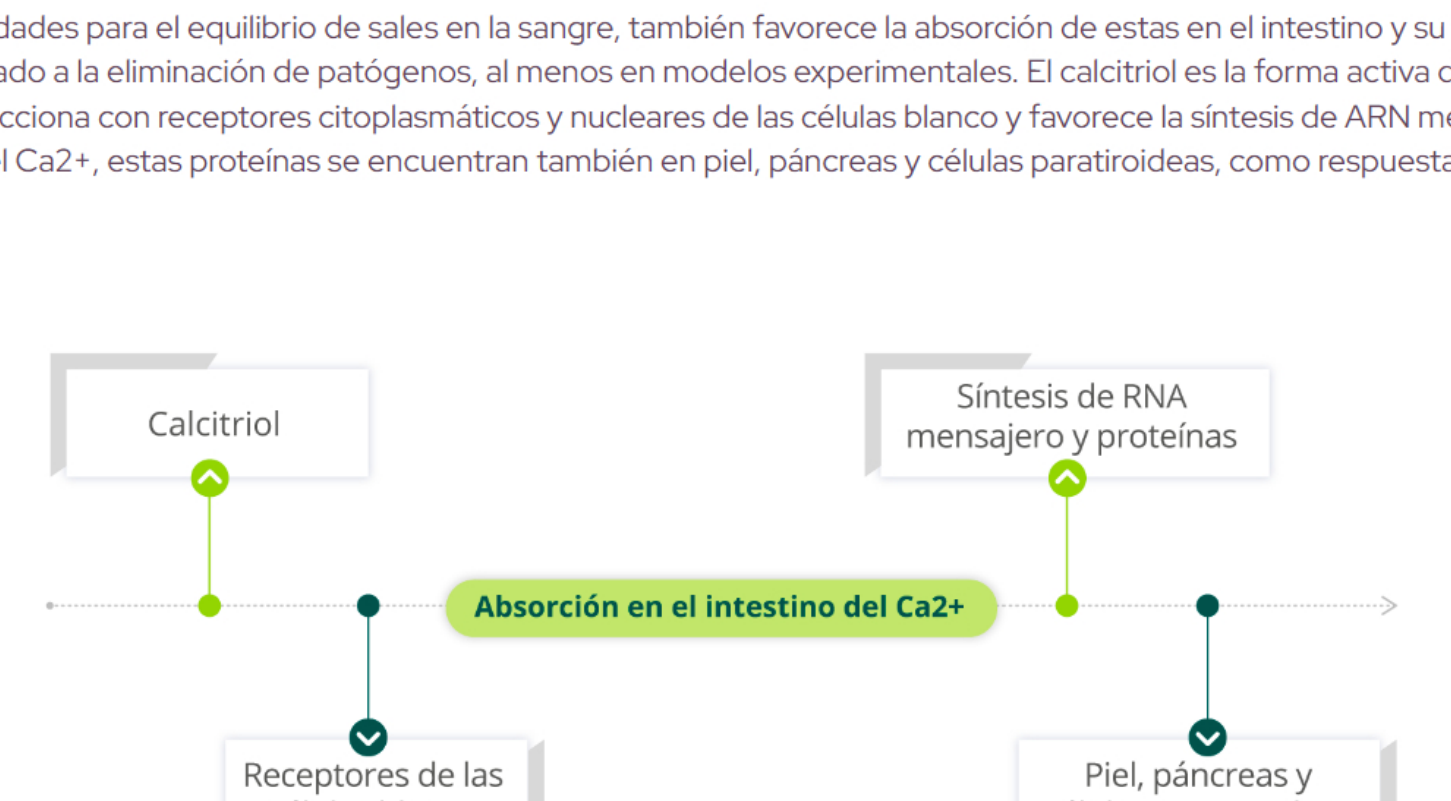

Calcitriol
Receptores de las células blanco
Absorción en el intestino del Ca2+
Síntesis de RNA mensajero y proteínas
Piel, páncreas y células paratiroideas
ADN
ARN
Proteína

Figura 2.2 Absorción del Ca2+ en el intestino por acción del calcitriol.

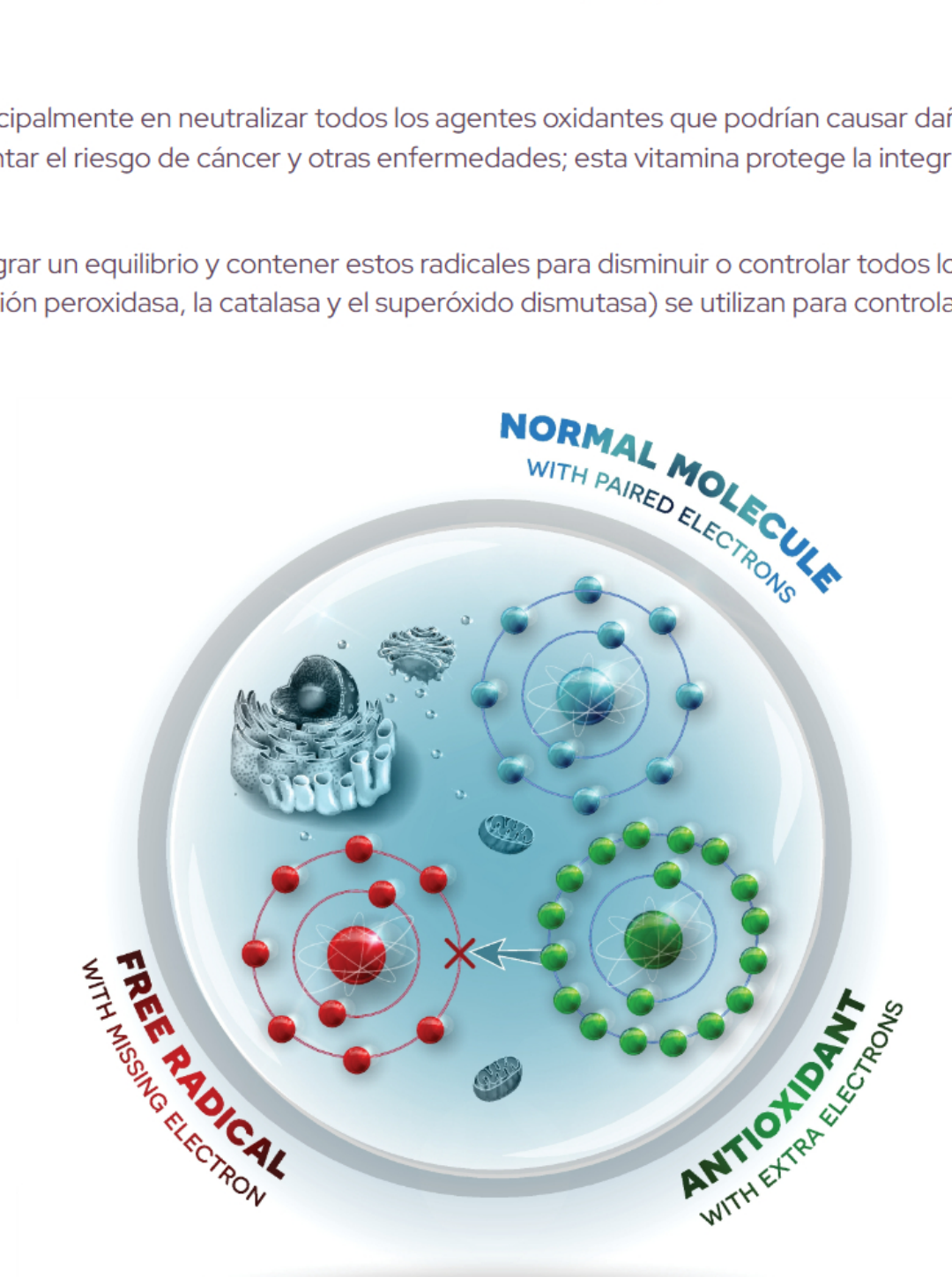
La vitamina D también tiene funciones en células de tejidos y otros órganos que incluyen, además del intestino y el hueso, el cerebro, cartílago, riñón, glándula mamaria, músculo, placenta, ovario, glándulas paratiroides, parótida y pituitaria, la piel, dientes, timo, útero, macrófagos, monocitos y linfocitos.

Se ha asociado a la reducción del riesgo de resistencia a la insulina, obesidad, síndrome metabólico, así como distintos tipos de cáncer, con la ingesta de vitamina D, considerablemente más alta a la requerida para mantener la homeostasis del calcio. Rodwell (2019).

3. Vitamina E (Tocoferol)

La importancia de esta vitamina consiste principalmente en neutralizar todos los agentes oxidantes que podrían causar daño al organismo. El daño a las moléculas de ADN, causado por los radicales libres, puede aumentar el riesgo de cáncer y otras enfermedades; esta vitamina protege la integridad de la membrana celular al neutralizar los radicales.

El organismo debe poseer la capacidad de lograr un equilibrio y contener estos radicales para disminuir o controlar todos los efectos nocivos, por lo que la vitamina E y otras sustancias (como la vitamina C, el glutatión peroxidasa, la catalasa y el superóxido dismutasa) se utilizan para controlar los radicales libres y cumplir una función antioxidante.



En general, se puede resumir que las funciones principales de la vitamina son las siguientes:

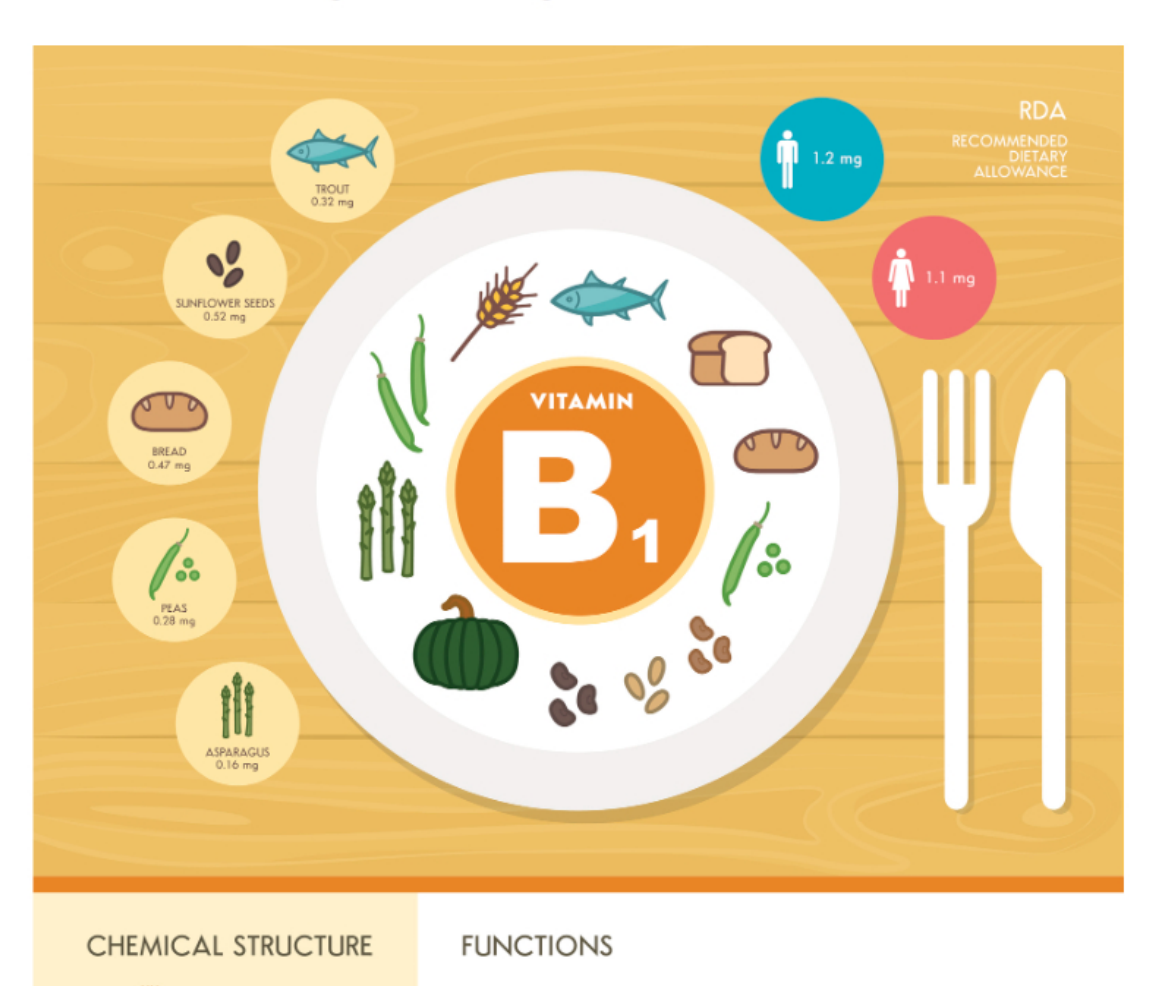
1. Actividad antioxidante.
2. Actividad antiagregante plaquetaria.
3. Mantenimiento de la función neuronal normal.
4. Función de las células inmunitarias.

Figura 2.3 Funciones principales de la vitamina E.

4. Vitamina K (Filoquinona)

La vitamina K se descubrió en 1929, por Henrik Dam, inicialmente como una sustancia liposoluble que participaba en la coagulación de la sangre.

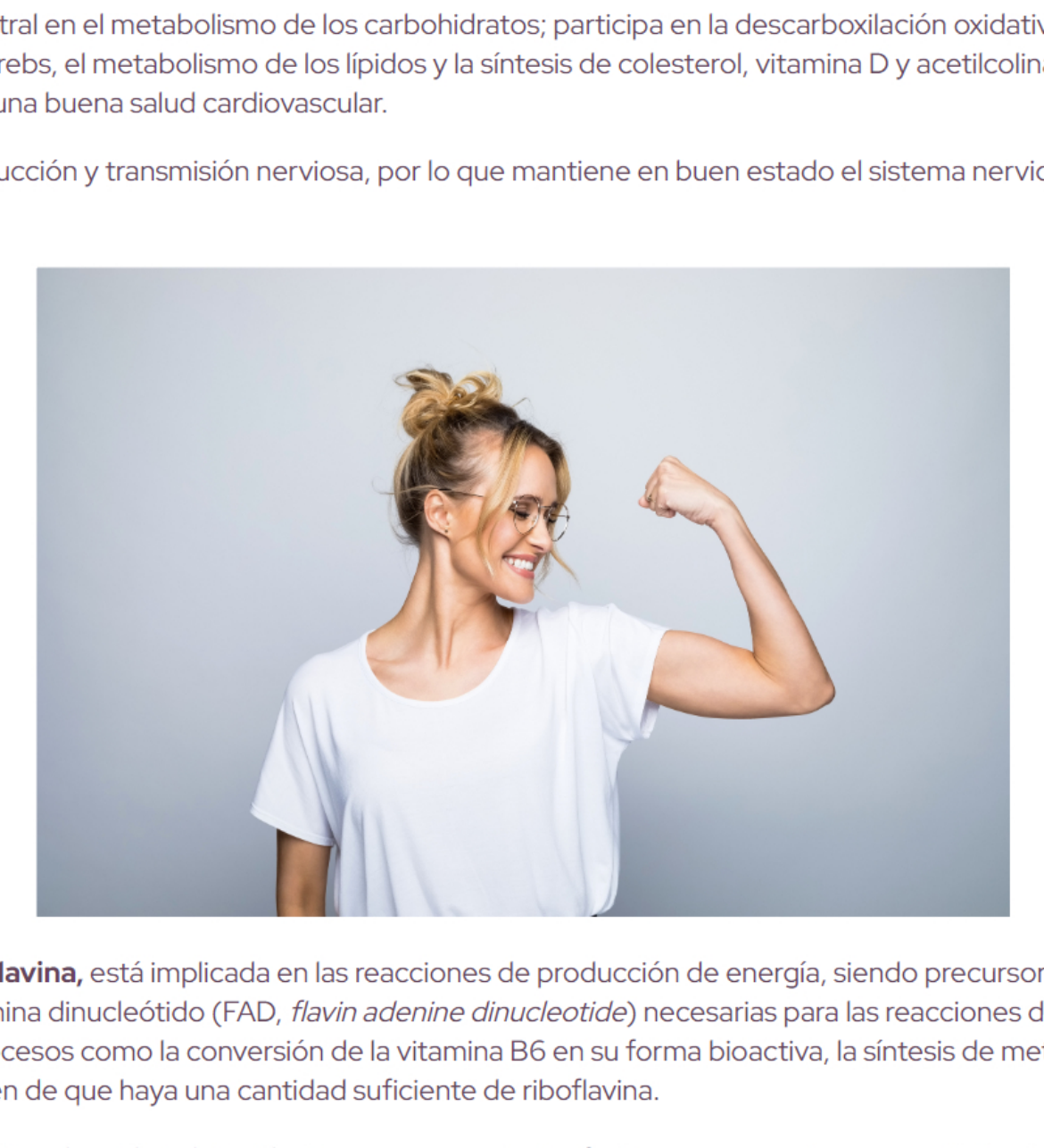
Esta vitamina es un cofactor esencial de la enzima que cataliza la γ-carboxilación en determinados residuos de glutamato de los factores de coagulación II, VII, IX y X, así como de las proteínas C y S. Esta carboxilación constituye un paso obligatorio para su síntesis, lo que significa que una coagulación intacta depende de la disponibilidad de vitamina K suficiente. Así, esta vitamina es reconocida por su papel fundamental en la coagulación sanguínea y por colaborar en la salud ósea y vascular.



Cabe mencionar que algunos estudios han asociado positivamente el efecto de la suplementación con vitamina K y la prevención de resistencia a la insulina, así como la reducción en el riesgo de diabetes tipo 2 (Giraldo, et al. 2022).

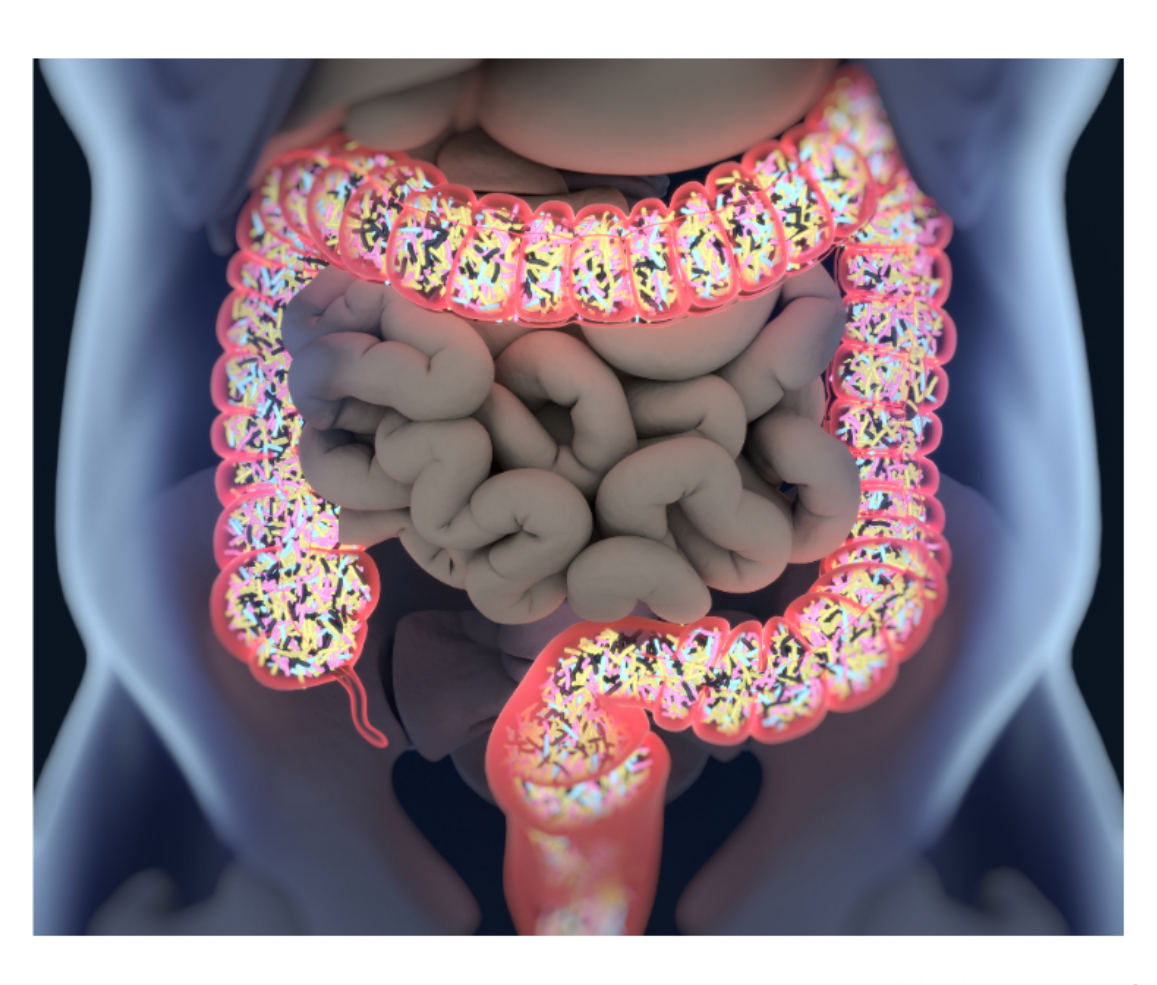
2.2 Hidrosolubles (B1, B2, B3, B5, B6, B7 o H, B9, B12, C)

Todas las vitaminas del complejo B forman coenzimas, es decir, moléculas orgánicas que se unen a las enzimas y las activan, otorgando la capacidad de catalizar reacciones específicas. Las vitaminas B participan en el metabolismo de la energía, e incluso algunas tienen otras funciones en la célula.



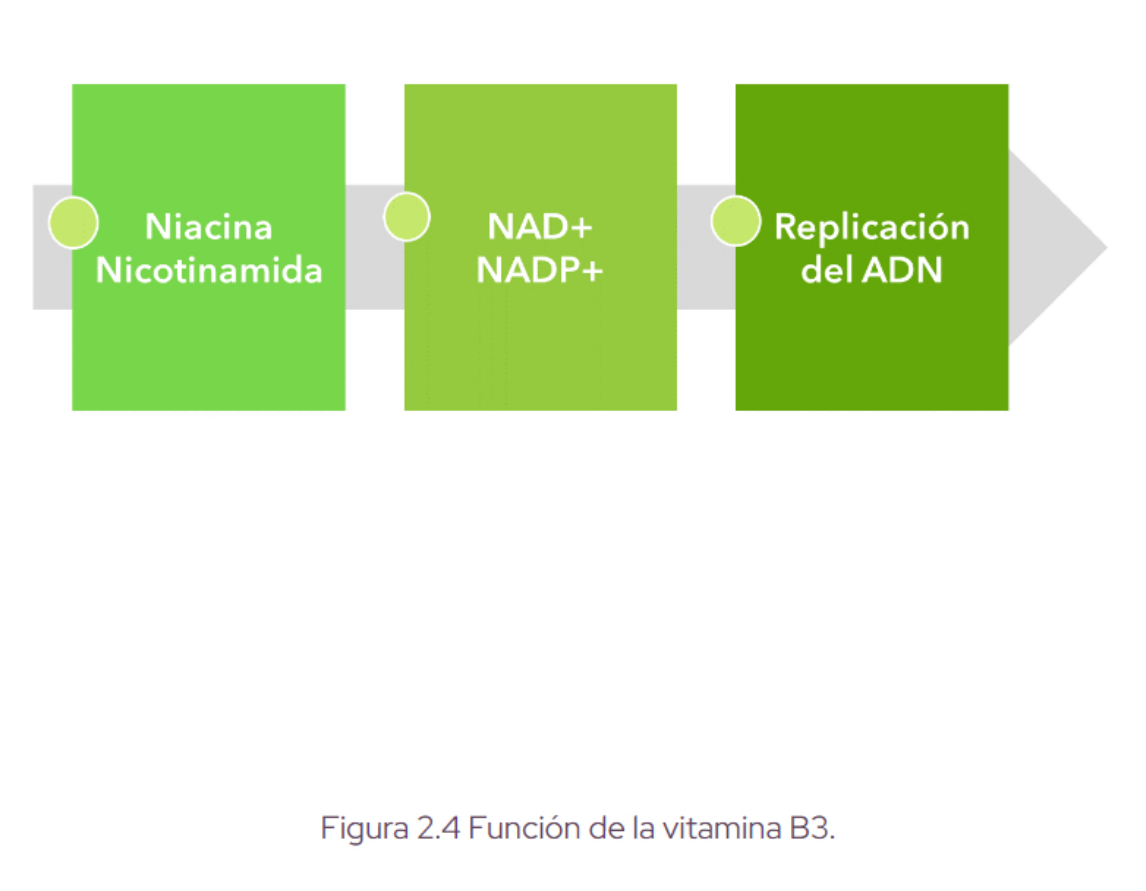
La **vitamina B1, tiamina,** tiene un papel central en el metabolismo de los carbohidratos; participa en la descarboxilación oxidativa y en la obtención de acetil CoA, siendo punto central entre la glucólisis, el ciclo de Krebs, el metabolismo de los lípidos y la síntesis de colesterol, vitamina D y acetilcolina, evitando la acumulación de grasa en las paredes arteriales y permitiendo mantener una buena salud cardiovascular.

La tiamina tiene un papel directo en la conducción y transmisión nerviosa, por lo que mantiene en buen estado el sistema nervioso y los músculos, además de mejorar la capacidad mental.



Al igual que la tiamina, la **vitamina B2**, **riboflavina,** está implicada en las reacciones de producción de energía, siendo precursora de las coenzimas flavina mononucleótido (FMN, *flavin mononucleotide*) y flavina adenina dinucleótido (FAD, *flavin adenine dinucleotide*) necesarias para las reacciones de oxidorreducción del ciclo de acetil-CoA a CO2 y la fosforilación oxidativa. Algunos procesos como la conversión de la vitamina B6 en su forma bioactiva, la síntesis de metionina y el metabolismo del folato, así como la absorción y utilización del hierro, dependen de que haya una cantidad suficiente de riboflavina.

Otra función descubierta es su **relación con la microbiota intestinal pues, a**unque la riboflavina no proporciona un sustrato directo para la fermentación microbiana, algunos estudios concluyen que puede modular beneficiosamente la composición de la microbiota intestinal, al ser metabolizada y cambiar el estado rédox gastrointestinal.



La **vitamina B3, niacina**, y su derivado (la nicotinamida), son precursores del nicotinamida adenina dinucleótido (NAD+) y el fosfato de nicotinamida adenindinucleótido (NADP+), estos dos transportadores de electrones son fundamentales para el metabolismo. El NAD+ también actúa en la síntesis de desoxirribonucleótidos, por lo que se necesita una cantidad suficiente de niacina para la replicación del ADN en la división celular y para la reparación del ADN. También es conocida por su beneficio de mantener sanos el sistema nervioso, el aparato digestivo, la piel y el sistema circulatorio, ayudando a prevenir enfermedades cardiacas.

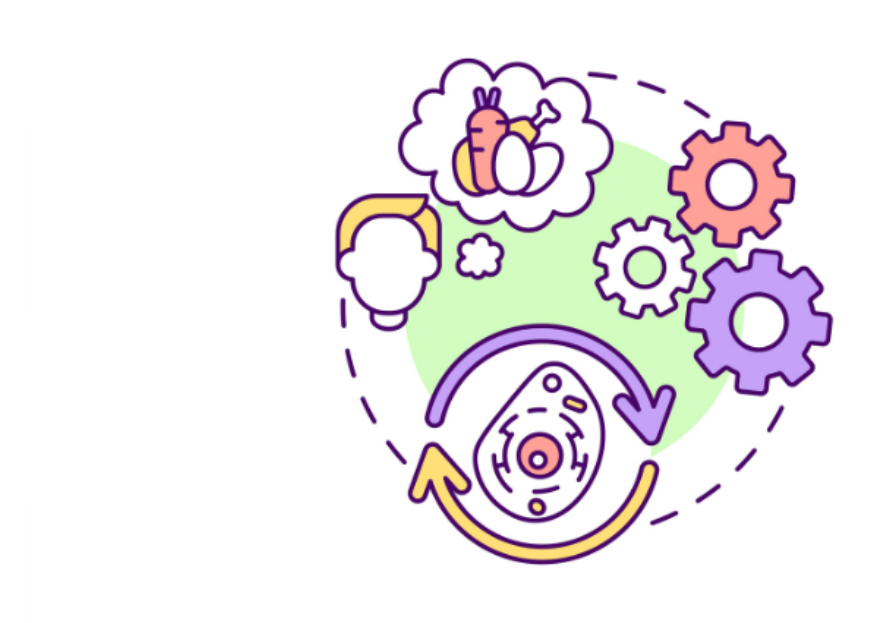


Figura 2.4 Función de la vitamina B3.

La **vitamina B5, ácido pantoténico**, está presente en todas las células corporales, y es parte de la coenzima A (CoA) que se utiliza en el metabolismo de energía, necesaria para el metabolismo de los ácidos grasos en el cuerpo, y la fabricación y descomposición de las grasas. Es esencial para la respiración celular, **promueve la regeneración celular, es i**ndispensable para la formación de anticuerpos y necesaria para la síntesis de hierro.

Cellular Repair
EDITABLE STROKE

La **piridoxina, vitamina B6**, participa en múltiples reacciones metabólicas, principalmente las que involucran compuestos que contienen nitrógeno. Su principal función es participar en el metabolismo de los aminoácidos, contribuyendo a la transaminación. También es necesaria para la liberación de glucosa a partir del glucógeno. Contribuye a la formación de la molécula hem, que formará parte de la hemoglobina. Es importante para el desarrollo cerebral normal y para mantener saludables al sistema nervioso y al sistema inmunitario.

La **biotina B7, o vitamina H**, contribuye en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas, participa en la formación del oxalacetato (intermediario del ciclo de Krebs), que es parte importante para iniciar la gluconeogénesis. Es importante para el desdoblamiento de los aminoácidos treonina, leucina, metionina e isoleucina para su uso como fuente de energía. Estimula la acción de algunas enzimas esenciales en los procesos de replicación celular y beneficia la regeneración de los tejidos.

Cualquier proceso fisiológico en el que intervenga la división celular depende de la disponibilidad de una cantidad suficiente de **vitamina B9 o ácido fólico.** Las coenzimas del folato ayudan a fijar el hierro a la hemoglobina y son necesarias para la síntesis y mantenimiento de nuevas células, pues estas forman otra coenzima conocida como tetrahidrofolato (THFA), la cual es decisiva para la síntesis de ADN y para el metabolismo de aminoácidos.

Esta vitamina posee un papel fundamental en la etapa embrionaria, debido a que el feto en desarrollo necesita folato para el cierre del tubo neural, ya que un cierre incompleto provoca anencefalia (incompatible con la vida) o espina bífida (que conlleva una discapacidad permanente).

La **cobalamina, vitamina B12,** es necesaria para dos reacciones en particular: la síntesis de metionina y la formación de la metilmalonil-CoA. Esta vitamina contribuye a la regulación del ADN y el ARN, y a la regulación de la mielinización neuronal, lo que explica los síntomas neurológicos que se asocian con su carencia. Esta enzima también está involucrada en el metabolismo de ácidos grasos, ya que es necesaria para los que poseen un número impar de átomos de carbono. Es imprescindible disponer de metilcobalamina para mantener la biodisponibilidad de folato y, por lo tanto, la integridad del ADN y la estabilidad genómica. También es importante para el metabolismo de proteínas, la formación de glóbulos rojos y el mantenimiento del sistema nervioso.

Las funciones del **ácido ascórbico, vitamina C**, intervienen con distintos sistemas y aparatos del organismo. Todas las funciones de la vitamina C son importantes para nuestras células, por ejemplo, al participar en las reacciones de oxidación-reducción, ya que actúa como antioxidante, evitando el daño dentro de las células o los tejidos. Es un cofactor para las enzimas conocidas como metaloenzimas, que son utilizadas por el sistema inmunológico para eliminar patógenos; la síntesis de colágena requiere la presencia de la vitamina C, la colágena es una proteína que da soporte a todos los tejidos del organismo.

IMMUNE BOOST

También está involucrada en la síntesis de tirosina, tiroxina (hormona tiroidea), carnitina, noradrenalina, adrenalina y serotonina (estos son neurotransmisores), participa en la conversión del colesterol a ácidos biliares, así como en la síntesis de hormonas, como los corticoesteroides (hormonas que se secretan en períodos de estrés) y aldosterona (hormona que regula las sales en el organismo).

2.3 Fuentes principales y requerimientos nutricionales

Las vitaminas solo se necesitan en cantidades pequeñas en la dieta, debido a que su acción es catalítica, haciendo posibles las numerosas transformaciones químicas de los macronutrientes que, en conjunto, reciben el nombre de metabolismo.

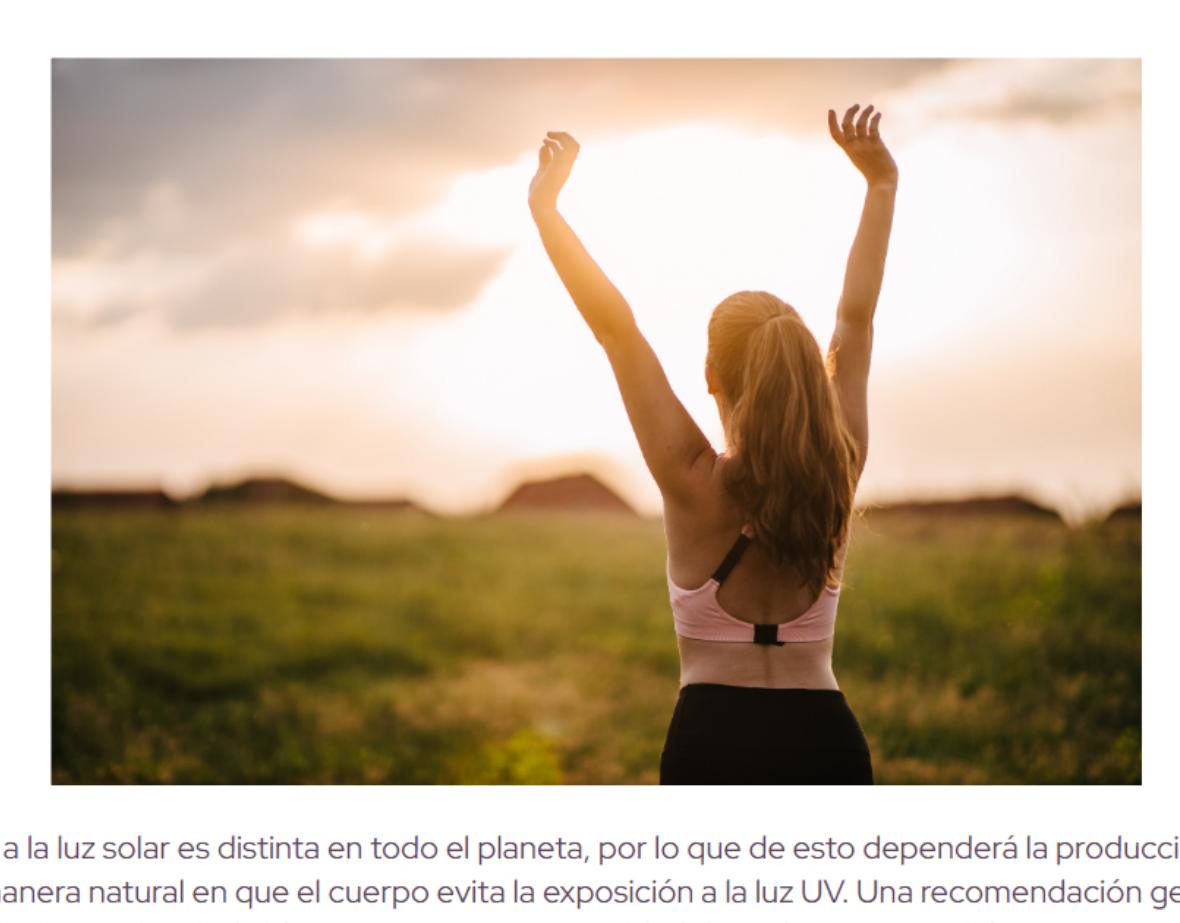
Para el caso de las vitaminas se considera la ingesta nutricional de referencia (INR), que aplica a fuentes alimentarias y grupos en riesgo de carencia por una ingesta insuficiente. Si no se ha establecido un valor de INR, se presentan parámetros alternativos como la ingesta adecuada (IA) o la ingesta diaria de referencia (RDA).

1. Vitaminas liposolubles

Las vitaminas liposolubles no pueden sintetizarse en el cuerpo en cantidad adecuada, por esta razón, deben ser suministradas en la dieta y solo pueden absorberse con eficiencia si la absorción de lípidos es normal, se almacenan en las células del cuerpo y no se eliminan tan fácilmente como las vitaminas hidrosolubles. No necesitan consumirse tan a menudo como las vitaminas hidrosolubles, aunque son necesarias en cantidades adecuadas, ya que la cantidad de vitamina dependerá de la etapa de vida y el sexo.

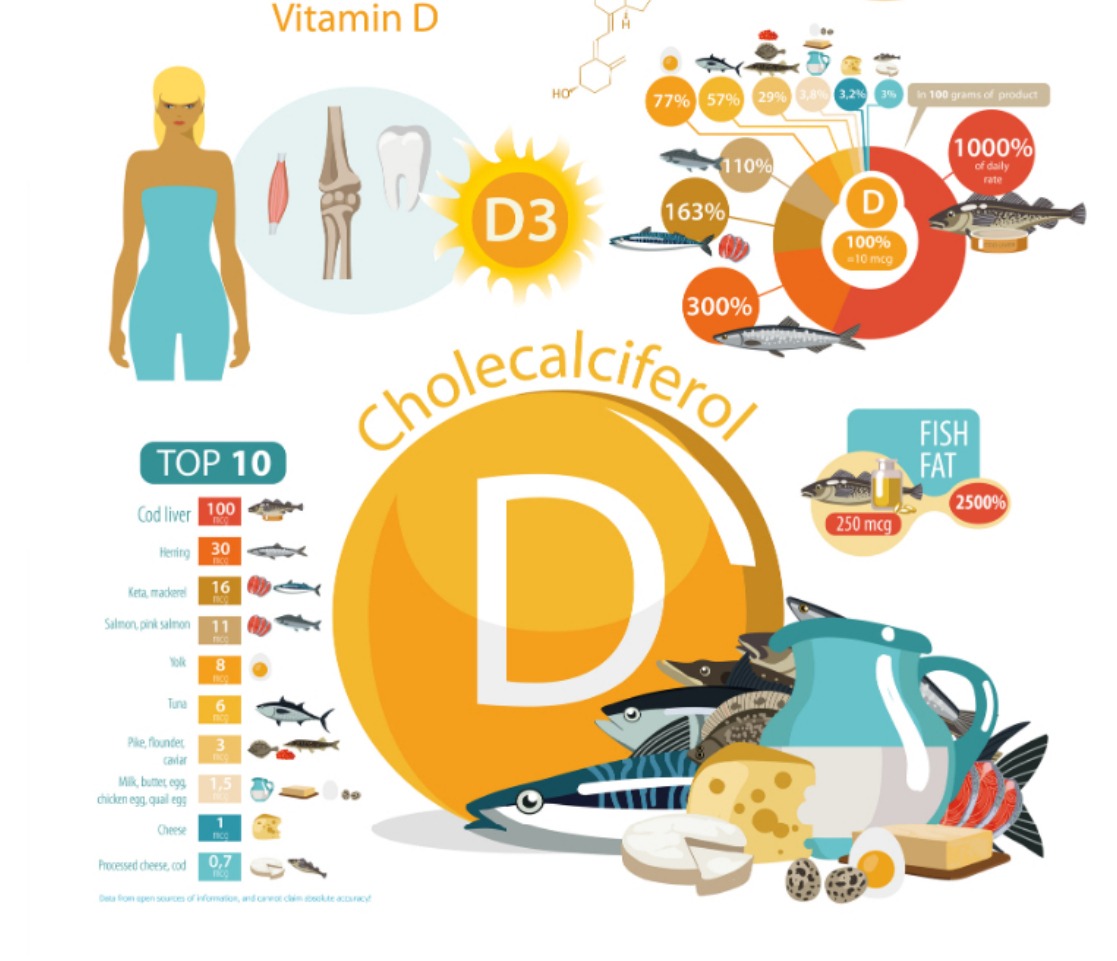
Vitamina A

Los **carotenos** son sustancias que poseen un color amarillo-anaranjado (como la zanahoria) y se encuentran en frutas y verduras; los **retinoides** se encuentran en distintos alimentos de origen animal como el hígado, pescado, leche y huevos; los **carotenoides** se encuentran en verduras y frutas (verde-oscuro o amarillo-anaranjado) como espinacas, zanahorias, calabaza, papa, brócoli, mango, melón y duraznos.

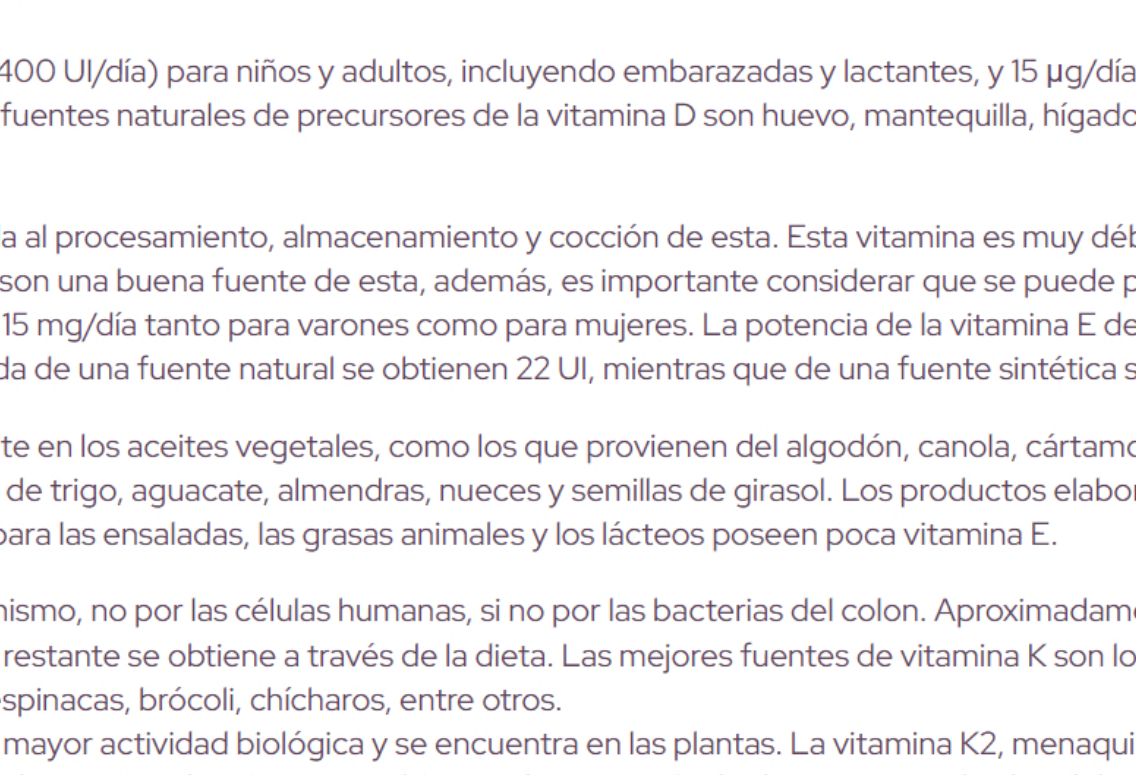


La recomendación de ingesta diaria para la vitamina A es de 400 mcg para lactantes de 0 a 6 meses, 500 mcg para 7-12 meses, 300 mcg para 1-3 años, 400 mcg para 4-8 años, 600 mcg para 9-13 años, 900 µg para varones adultos y 700 µg para mujeres adultas.

La **vitamina D** es conocida por su función en el metabolismo óseo, el cuerpo puede sintetizarla a partir del colesterol cuando la piel se expone a la luz solar. No es estrictamente una vitamina, puesto que se puede sintetizar en la piel y, en la mayoría de los casos, esta es la principal fuente de esta vitamina. Se conoce como una **vitamina condicional**, ya que no se requiere una fuente dietética para suministrarla, sin embargo, cuando no hay exposición a la luz UV del sol, es necesario consumirla para satisfacer las necesidades celulares.



Es importante considerar que la exposición a la luz solar es distinta en todo el planeta, por lo que de esto dependerá la producción de vitamina D. Un factor importante es la cantidad de melanina, ya que esta es una manera natural en que el cuerpo evita la exposición a la luz UV. Una recomendación general es exponerse a la luz solar mínimo de dos a tres veces a la semana durante 10 a 15 minutos. Los individuos con una mayor cantidad de melanina requerirán exponerse durante 30 minutos, aproximadamente, o consumir suplementos con vitamina D.



La Ingestión Diaria Sugerida es de 10 µg/día (400 UI/día) para niños y adultos, incluyendo embarazadas y lactantes, y 15 µg/día (600 UI) para adultos mayores de 70 años. Algunos alimentos que se consideran buenas fuentes naturales de precursores de la vitamina D son huevo, mantequilla, hígado, pescado grasoso y aceites de pescado, como el aceite de hígado de bacalao.

La cantidad de **vitamina E**, tocoferol, va ligada al procesamiento, almacenamiento y cocción de esta. Esta vitamina es muy débil ante el oxígeno, metales, luz e incluso el calor, por lo que los alimentos procesados no son una buena fuente de esta, además, es importante considerar que se puede perder durante la cocción de los alimentos. La ingesta adecuada (IA) de vitamina E es de 15 mg/día tanto para varones como para mujeres. La potencia de la vitamina E dependerá de la fuente de donde se adquiera, es decir, por cada 15 mg de vitamina consumida de una fuente natural se obtienen 22 UI, mientras que de una fuente sintética se obtienen 33 UI.

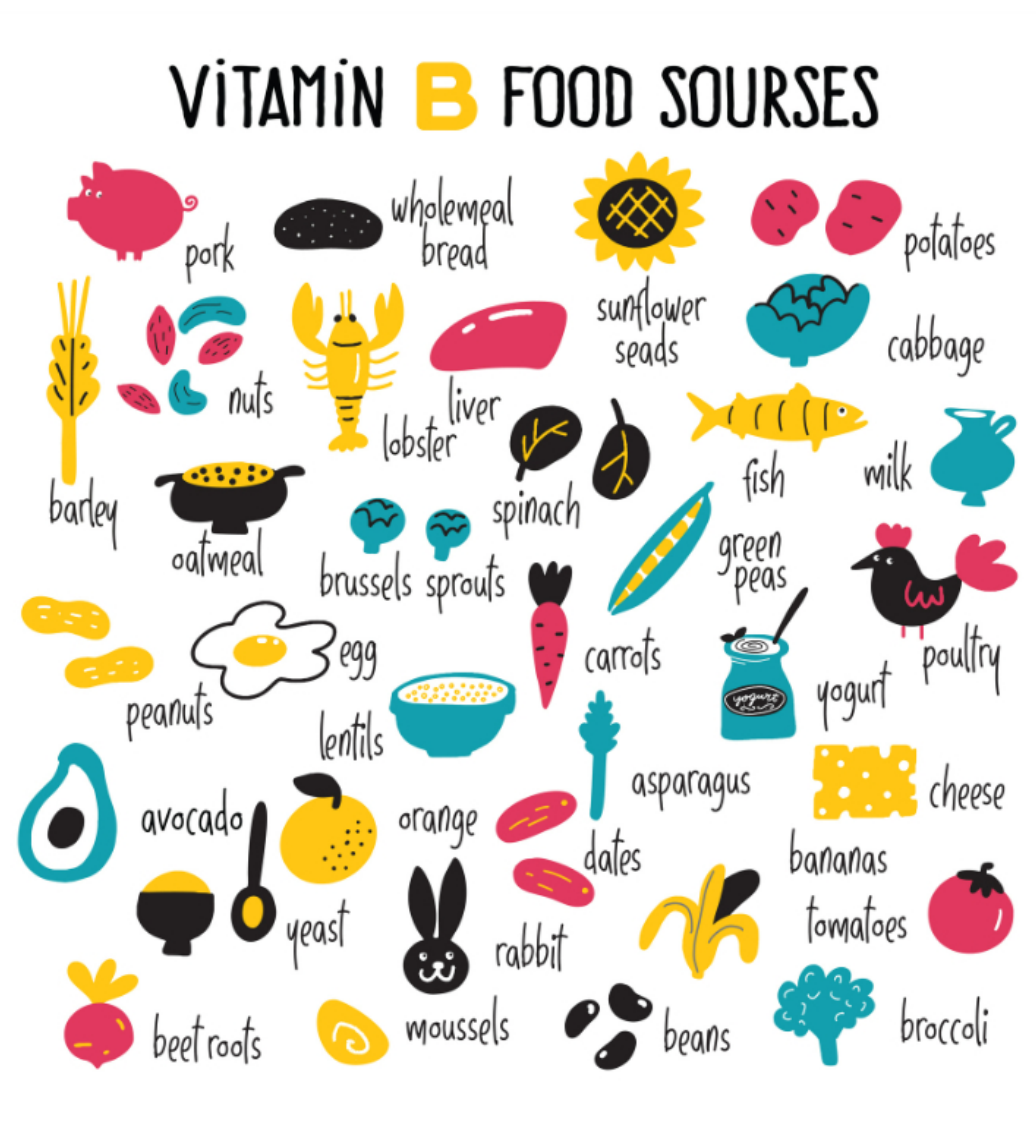
El tocoferol se encuentra de manera abundante en los aceites vegetales, como los que provienen del algodón, canola, cártamo y girasol. También se encuentra en otros productos de origen vegetal como el germen de trigo, aguacate, almendras, nueces y semillas de girasol. Los productos elaborados a partir de aceites vegetales como margarinas, mantecas e incluso los aderezos para las ensaladas, las grasas animales y los lácteos poseen poca vitamina E.

La **vitamina K** es sintetizada en nuestro organismo, no por las células humanas, si no por las bacterias del colon. Aproximadamente el 10% de la vitamina K que se absorbe es la que las bacterias han sintetizado, el 90% restante se obtiene a través de la dieta. Las mejores fuentes de vitamina K son los vegetales de hojas verdes como col rizada, hojas de nabo, perejil, ensaladas verdes, col, espinacas, brócoli, chícharos, entre otros.
La vitamina K1, filoquinona, es la que posee la mayor actividad biológica y se encuentra en las plantas. La vitamina K2, menaquinona, se sintetiza a partir de menadiona y se encuentra fundamentalmente en los animales, los aceites de origen animal (pescado y carnes) y las bacterias en el colon del ser humano.

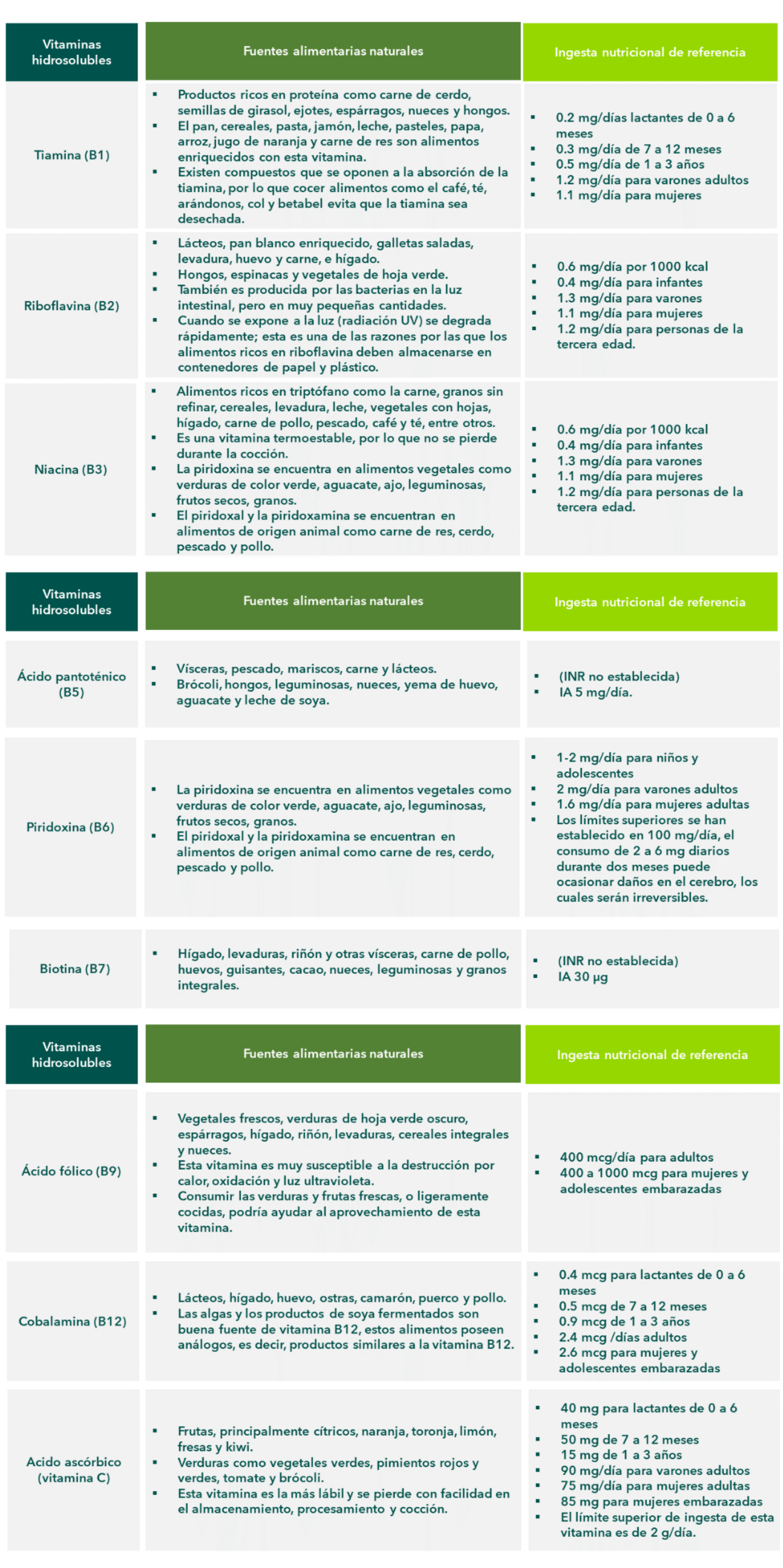
Esta vitamina es estable (relativamente), así que difícilmente se destruirá durante la cocción, sin embargo, esta vitamina puede destruirse al exponerse a la luz solar. La recomendación de ingesta adecuada (IA) de vitamina K es de 120 µg en varones y 90 µg en mujeres.

2. Vitaminas hidrosolubles

Las vitaminas hidrosolubles son sustancias orgánicas esenciales que se requieren en pequeñas cantidades para la función, crecimiento y mantenimiento de los tejidos, sin embargo, se destruyen con facilidad durante la cocción. Por su parte, la vitamina C y las del complejo B se conservan mejor durante la cocción a vapor, el uso del horno de microondas e incluso al freír los alimentos. El contenido vitamínico de los alimentos puede disminuir con la exposición al calor, luz, aire y otras sustancias.



Debido a su solubilidad en agua, los excesos de estas vitaminas se excretan en la orina, de modo que rara vez se acumulan en concentraciones tóxicas. Por la misma razón, su almacenaje es limitado y, como consecuencia, deben recibirse con regularidad.



Vitaminas hidrosolubles	Fuentes alimentarias naturales	Ingesta nutricional de referencia
Tiamina (B1)	▪ Productos ricos en proteína como carne de cerdo, semillas de girasol, ejotes, espárragos, nueces y hongos. ▪ El pan, cereales, pasta, jamón, leche, pasteles, papa, arroz, jugo de naranja y carne de res son alimentos enriquecidos con esta vitamina. ▪ Existen compuestos que se oponen a la absorción de la tiamina, por lo que cocer alimentos como el café, té, arándonos, col y betabel evita que la tiamina sea desechada.	▪ 0.2 mg/días lactantes de 0 a 6 meses ▪ 0.3 mg/día de 7 a 12 meses ▪ 0.5 mg/día de 1 a 3 años ▪ 1.2 mg/día para varones adultos ▪ 1.1 mg/día para mujeres
Riboflavina (B2)	▪ Lácteos, pan blanco enriquecido, galletas saladas, levadura, huevo y carne, e hígado. ▪ Hongos, espinacas y vegetales de hoja verde. ▪ También es producida por las bacterias en la luz intestinal, pero en muy pequeñas cantidades. ▪ Cuando se expone a la luz (radiación UV) se degrada rápidamente; esta es una de las razones por las que los alimentos ricos en riboflavina deben almacenarse en contenedores de papel y plástico.	▪ 0.6 mg/día por 1000 kcal ▪ 0.4 mg/día para infantes ▪ 1.3 mg/día para varones ▪ 1.1 mg/día para mujeres ▪ 1.2 mg/día para personas de la tercera edad.
Niacina (B3)	▪ Alimentos ricos en triptófano como la carne, granos sin refinar, cereales, levadura, leche, vegetales con hojas, hígado, carne de pollo, pescado, café y té, entre otros. ▪ Es una vitamina termoestable, por lo que no se pierde durante la cocción. ▪ La piridoxina se encuentra en alimentos vegetales como verduras de color verde, aguacate, ajo, leguminosas, frutos secos, granos. ▪ El piridoxal y la piridoxamina se encuentran en alimentos de origen animal como carne de res, cerdo, pescado y pollo.	▪ 0.6 mg/día por 1000 kcal ▪ 0.4 mg/día para infantes ▪ 1.3 mg/día para varones ▪ 1.1 mg/día para mujeres ▪ 1.2 mg/día para personas de la tercera edad.
Vitaminas hidrosolubles	Fuentes alimentarias naturales	Ingesta nutricional de referencia
Ácido pantoténico (B5)	▪ Vísceras, pescado, mariscos, carne y lácteos. ▪ Brócoli, hongos, leguminosas, nueces, yema de huevo, aguacate y leche de soya.	▪ (INR no establecida) ▪ IA 5 mg/día.
Piridoxina (B6)	▪ La piridoxina se encuentra en alimentos vegetales como verduras de color verde, aguacate, ajo, leguminosas, frutos secos, granos. ▪ El piridoxal y la piridoxamina se encuentran en alimentos de origen animal como carne de res, cerdo, pescado y pollo.	▪ 1-2 mg/día para niños y adolescentes ▪ 2 mg/día para varones adultos ▪ 1.6 mg/día para mujeres adultas ▪ Los límites superiores se han establecido en 100 mg/día, el consumo de 2 a 6 mg diarios durante dos meses puede ocasionar daños en el cerebro, los cuales serán irreversibles.
Biotina (B7)	▪ Hígado, levaduras, riñón y otras vísceras, carne de pollo, huevos, guisantes, cacao, nueces, leguminosas y granos integrales.	▪ (INR no establecida) ▪ IA 30 µg
Vitaminas hidrosolubles	Fuentes alimentarias naturales	Ingesta nutricional de referencia
Ácido fólico (B9)	▪ Vegetales frescos, verduras de hoja verde oscuro, espárragos, hígado, riñón, levaduras, cereales integrales y nueces. ▪ Esta vitamina es muy susceptible a la destrucción por calor, oxidación y luz ultravioleta. ▪ Consumir las verduras y frutas frescas, o ligeramente cocidas, podría ayudar al aprovechamiento de esta vitamina.	▪ 400 mcg/día para adultos ▪ 400 a 1000 mcg para mujeres y adolescentes embarazadas
Cobalamina (B12)	▪ Lácteos, hígado, huevo, ostras, camarón, puerco y pollo. ▪ Las algas y los productos de soya fermentados son buena fuente de vitamina B12, estos alimentos poseen análogos, es decir, productos similares a la vitamina B12.	▪ 0.4 mcg para lactantes de 0 a 6 meses ▪ 0.5 mcg de 7 a 12 meses ▪ 0.9 mcg de 1 a 3 años ▪ 2.4 mcg /días adultos ▪ 2.6 mcg para mujeres y adolescentes embarazadas
Acido ascórbico (vitamina C)	▪ Frutas, principalmente cítricos, naranja, toronja, limón, fresas y kiwi. ▪ Verduras como vegetales verdes, pimientos rojos y verdes, tomate y brócoli. ▪ Esta vitamina es la más lábil y se pierde con facilidad en el almacenamiento, procesamiento y cocción.	▪ 40 mg para lactantes de 0 a 6 meses ▪ 50 mg de 7 a 12 meses ▪ 15 mg de 1 a 3 años ▪ 90 mg/día para varones adultos ▪ 75 mg/día para mujeres adultas ▪ 85 mg para mujeres embarazadas ▪ El límite superior de ingesta de esta vitamina es de 2 g/día.

Figura 2.5 Fuentes alimentarias naturales y requerimientos de vitaminas hidrosolubles.
Adaptado de: Melo, V., y Cuamatzi, O. (2020). *Bioquímica de los procesos metabólicos* (3a ed.). España: Reverté.

Cierre

En este tema revisaste la importancia de las vitaminas hidrosolubles y liposolubles con base en sus principales funciones, y por qué es importante adquirirlas a través de la dieta. También identificaste cuáles son las fuentes alimentarias naturales, así como los requerimientos diarios de cada una de las vitaminas. Es importante estar conscientes de que los niveles requeridos de vitaminas se obtienen a través del consumo de los alimentos en la dieta y no de suplementos, salvo en casos particulares donde la absorción de las vitaminas se vea afectada.

Checkpoint

Asegúrate de:

- Comprender cuáles son las funciones principales de las vitaminas hidrosolubles y liposolubles.
- Identificar las fuentes nutricionales de estas vitaminas.
- Aprender los requerimientos diarios de estas vitaminas.

Referencias Bibliográficas

- Giraldo, J., Arbeláez, M., Jaramillo, F., Henao, C., y Muñoz, A. (2022). Función de las vitaminas D, E y K en condiciones especiales: salud y enfermedad. *Perspectivas en Nutrición Humana, 24*(1). Recuperado de https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion/article/view/346385/20807315
- Melo, V., y Cuamatzi, O. (2020). *Bioquímica de los procesos metabólicos* (3ª ed.). España: Reverté.
- Rodwell, V., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., y Weil, P. (2019). *Harper. Bioquímica ilustrada* (31ª ed.). México: McGraw-Hill.

La obra presentada es propiedad de ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN SUPERIOR A.C. (UNIVERSIDAD TECMILENIO), protegida por la Ley Federal de Derecho de Autor; la alteración o deformación de una obra, así como su reproducción, exhibición o ejecución pública sin el consentimiento de su autor y titular de los derechos correspondientes es constitutivo de un delito tipificado en la Ley Federal de Derechos de Autor, así como en las Leyes Internacionales de Derecho de Autor.

El uso de imágenes, fragmentos de videos, fragmentos de eventos culturales, programas y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, es exclusivamente para fines educativos e informativos, y cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por UNIVERSIDAD TECMILENIO.

Queda prohibido copiar, reproducir, distribuir, publicar, transmitir, difundir, o en cualquier modo explotar cualquier parte de esta obra sin la autorización previa por escrito de UNIVERSIDAD TECMILENIO. Sin embargo, usted podrá bajar material a su computadora personal para uso exclusivamente personal o educacional y no comercial limitado a una copia por página. No se podrá remover o alterar de la copia ninguna leyenda de Derechos de Autor o la que manifieste la autoría del material.