



VADEMÉCUM NUTRICIONAL

Suplementación para la salud
y el rendimiento físico



Inscripción de Propiedad Intelectual N° SJ130785319BR

Instituto Universitario Vive Sano. São Paulo, Brasil.

Contacto: +55 11 99961-6716.

asistenciaestudiantil@vivesanobrasil.org.

editorial@vivesanobrasil.org.

www.vivesanobrasil.org.

Primera Edición, septiembre 2024.

Volumen I.

ISBN: 978-65-01-14990-5



Diseño, Diagramación de Interior y Portada en Brasil por:
Departamento de Branding Instituto Universitario Vive Sano.

Todos los derechos reservados. Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, medio electrónico, mecánico, grabaciones, tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos. Si necesita fotocopiar o reproducir algún formato de esta obra, diríjase al editor.



Autores



Rafael Madrid

Co-Dirección Editorial del Instituto Universitario Vive Sano

Bacteriólogo y Laboratorista Clínico

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca “Bogotá”

MSc Ciencias Biológicas (Biología Molecular)

Universidade Federal de São Paulo.

(c) PhD Ciencias Biológicas (Biología Molecular)

Universidade Federal de São Paulo.



Julieta Roxana Gijena

Productora Editorial, Instituto Universitario Vive Sano

Licenciada en nutrición, Universidad de Concepción del Uruguay, Argentina.

Especialista en metodologías de la investigación, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

Docente e investigadora de la Universidad Católica de Santa Fe, Argentina.

Nutricionista en Hospital de niños Dr. Orlando Alassia, Santa Fe, Argentina.



Rafael León Ramírez

Nutricionista y Dietista de la Universidad de los Andes, Venezuela

Doctorado (c) en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de los Andes, Venezuela.

Especialista en Nutrición clínica, Universidad de los Andes, Venezuela.

Especialista en Educación física, mención: Teoría y metodología del entrenamiento deportivo, Universidad de los Andes, Venezuela.

Curso Medio en Salud Pública, Universidad de los Andes, Venezuela.

Diplomado en Nutrición Deportiva, FC Barcelona Innovation Hub Universitat.





Carlos Ramos Urrea

Licenciado en Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, Venezuela.

Licenciado en Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, Venezuela.

Diplomado en Farmacología Clínica, Universidad de los Andes, Venezuela.

Especialista en Nutrición Clínica, Universidad de los Andes, Colombia.

Especialista en Nutrición Aplicada al Ejercicio Físico, Universidad Federal de São Paulo, Brasil.

Especialista en Fisiología del Ejercicio, Universidad Federal de São Paulo, Brasil.

PhD. en Fisiología, Universidad Federal de São Paulo, Brasil.

Autores.....	I
Editor	II
Introducción	01
Capítulo 1. VITAMINAS.....	02
1.1.Introducción.....	04
1.2. Vitamina A	05
1.3. Vitamina B1	06
1.4. Vitamina B2	06
1.5. Vitamina B3	07
1.6. Vitamina B5	08
1.7. Vitamina B6	09
1.8. Vitamina B9	10
1.9. Vitamina B12	10
1.10. Vitamina C	11
1.11. Vitamina D	12
1.12. Vitamina E	13
1.13. Vitamina K	13
Capítulo 2. MINERALES.....	15
2.1. Introducción.....	17
2.2. Calcio	17
2.3. Fósforo	18
2.4. Hierro	18
2.5. Magnesio	19



2.6. Potasio	20
2.7. Sodio.....	21
2.8. Selenio	21
2.9. Yodo	22
2.10. Zinc	23
2.11. Cromo	23
2.12. Posición de instituciones internacionales sobre la ingesta de vitaminas y minerales en deportistas	24
Capítulo 3. SUPLEMENTOS DEPORTIVOS.....	26
3.1. Introducción.....	28
3.2. Definición de suplementos dietéticos.....	28
3.3. Ayudas Ergogénicas	28
3.4. Comidas deportivas	29
Capítulo 4. SUPLEMENTOS DE RENDIMIENTO.....	31
4.1. Introducción.....	33
4.2. Cafeína	33
4.3. Creatina monohidratada (CrM)	35
4.4. Nitrato	36
4.5. β -alanina	37
4.6. Ácido β -hidroxi- β -metilbutírico (HMB)	38
4.7. Glutamina.....	39
4.8. Aminoácidos esenciales (EAA).....	40



4.9. Aminoácidos ramificados (BCAA)	41
4.10. L-citrulina	42
4.11. Glicerol	43
4.12. Quercetina	45
4.13. Taurina	46
4.14. Carnitina	47
4.15. Inosina	48
4.16. Triglicéridos de cadena media (TCM).....	49
4.17. Ribosa	50
4.18. Adenosin 5 trifosfato (ATP)	51
4.19. Ácido fosfatídico	52
4.20. Ecdisteroides	53
4.21. Bicarbonato	54
4.22. Probióticos	55
4.23. Consideraciones finales sobre las comidas deportivas y los suplementos dietéticos	57
Referencias bibliográficas.....	58



Introducción

Las vitaminas y los minerales conforman el grupo de micronutrientes de la alimentación, es decir, sustancias que el organismo requiere en cantidades pequeñas (en el orden de miligramos o menos), aunque de un aporte diario, dada la importancia que estos nutrientes tienen para el adecuado desarrollo de todas las funciones vitales del organismo. Por esto, el presente e-book pretende poner a disposición de aquellos profesionales que trabajan el área de la salud y también en el ámbito del deporte, una guía de consulta rápida sobre los micronutrientes y las sustancias de mayor relevancia para la nutrición deportiva, muchas de las cuales pueden ser utilizadas para mejorar el rendimiento deportivo.

En las páginas que siguen, el lector encontrará de cada nutriente y sustancia abordada, una síntesis de la información científica más importante: sus características, propiedades, fuentes alimentarias, y recomendaciones sobre su ingesta. Particularmente en el apartado de Suplementos de rendimiento, se incluyen también las recomendaciones de suplementación según las instituciones internacionales de referencia para la nutrición deportiva, como son el Comité Olímpico Internacional, la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (ISSN por su sigla en inglés) y el Instituto Australiano del Deporte (AIS).

Esperamos que este e-book sea un material de consulta habitual para todos aquellos interesados en la nutrición y la nutrición deportiva.



The background features a top-down view of several white ceramic bowls and a white plastic spoon on a light blue surface. One bowl in the upper right contains numerous yellow, oval-shaped capsules. Another bowl in the lower right contains white, oval-shaped capsules with a yellow band. The spoon in the center holds several yellow capsules. A few more yellow capsules are scattered on the surface between the bowls. A bright green horizontal bar is positioned on the left side of the page, partially overlapping the word 'VITAMINAS'.

VITAMINAS

Capítulo 1

Capítulo 1. VITAMINAS.....	02
1.1. Introducción.....	04
1.2. Vitamina A	05
1.3. Vitamina B1	06
1.4. Vitamina B2	06
1.5. Vitamina B3	07
1.6. Vitamina B5	08
1.7. Vitamina B6	09
1.8. Vitamina B9	10
1.9. Vitamina B12	10
1.10. Vitamina C	11
1.11. Vitamina D	12
1.12. Vitamina E	13
1.13. Vitamina K	13



1.1. Introducción

Las vitaminas son definidas como un grupo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento celular y el metabolismo, también son precursores de enzimas necesarias para el desarrollo correcto de órganos, para el control celular, actúan como antioxidantes y son fácilmente eliminados por el cuerpo a través de la orina. Dadas estas características, deben tomarse a diario ya que la deficiencia de vitaminas puede generar problemas crónicos de salud (1).

Las vitaminas se clasifican según su solubilidad en hidrosolubles y liposolubles. Las primeras son solubles en agua, por lo que el organismo no tiene reservas de las mismas, y dentro de este grupo se encuentran la vitamina C y las vitaminas del complejo B. Las liposolubles son solubles en lípidos y por lo tanto sí pueden encontrarse reservas en el organismo, principalmente en el hígado y el tejido adiposo, y se incluyen en este grupo las vitaminas A, D, E y K, (2).

El término "vitamina" fue acuñado por primera vez por el bioquímico polaco Casimer Funk en 1912, durante la primera guerra mundial, cuando varios investigadores de diferentes partes del mundo ya habían descrito enfermedades por deficiencia de sustancias, como el escorbuto y el beriberi. En el caso del escorbuto, este ocurre debido a la carencia de vitamina C y se caracteriza por fragilidad en la piel, sangrado de encías, pelos en forma de sacacorchos, además de dificultad en la cicatrización de heridas (3). Posteriormente se analizó que la cura para estas enfermedades estaba en el consumo alimentos específicos que servían para mitigar los síntomas y curar tales dolencias, por lo que posteriormente la comunidad científica llegó al consenso acerca de la existencia y la importancia de las vitaminas (4).

En los deportistas, la deficiencia de nutrientes puede regular negativamente la actividad de reparación del cuerpo. Los micronutrientes juegan un papel importante en el metabolismo energético, la síntesis de hemoglobina, el mantenimiento de la salud ósea y la estimulación del sistema inmunológico. Por lo tanto, puede ser necesario aumentar la ingesta de micronutrientes para apoyar la construcción, reparación y mantenimiento de la masa corporal magra en los deportistas (5).

En la actualidad se discute si las vitaminas son verdaderamente ayudas ergogénicas, dadas sus múltiples funciones. En 1986 se comienza a debatir este tema, mostrando que la suplementación diaria con vitaminas y minerales no ejerce ventajas o ayuda ergogénica en ningún caso (6).

En este sentido, las propiedades normalmente descritas de la vitamina C, vitamina E y varias vitaminas del complejo B, han mostrado que pueden ayudar en el rendimiento deportivo solo si el atleta tiene deficiencia de estas en la alimentación, lo que sugiere que ingerir cantidades extra de estas vitaminas no tendría efectos sobre el rendimiento deportivo (7).

A continuación se presenta una síntesis de la información científica más actualizada de cada vitamina, incluyendo sus propiedades, fuentes alimentarias, y recomendaciones de ingesta según el Instituto de Medicina de los Estados Unidos (IOM).



1.2. Vitamina A

Descripción: la vitamina A es una vitamina liposoluble, y está compuesta principalmente por sustancias que poseen actividad biológica sobre el retinol de los que se pueden destacar ésteres de retinol, retinol, retinal, ácido retinoico, formas conjugadas u oxidados de retinol, siendo su precursor principal el β -Caroteno el cual es utilizado como agente colorante en la industria alimentaria, su función biológica es controlada por medio de apocarotenoide β -ciclocitral, el cual es un producto de la degradación de β -Caroteno en condiciones especiales de exceso de exposición a la luz solar, este muestra una semejanza a los retinoides los cuales activan una cascada de señalización para evitar el estrés oxidativo cumpliendo así una función protectora, homóloga a la función protectora en las plantas. También en humanos se ha descrito que puede ayudar a reducir el riesgo de cáncer de pulmón, y en algunos estudios se ha observado que en fumadores los β -carotenos se encuentran disminuidos en el plasma (8).

Funciones atribuidas: antioxidante, anticancerígeno, preventivo de enfermedades cardiovasculares (8).

Propiedades: β -caroteno: puede disminuir productos reactivos de oxígeno (ROS) y peróxidos lipídicos. Especialmente el caroteno tiene una función señalizadora en las células por medio de la interacción entre β -caroteno/retinol-metabolito ácido all-trans-retinoico (ATRA) con los receptores nucleares del receptor retinoide X (RXR) (9). Estos dos pueden influenciar los factores de transcripción de NF- β B, que es el encargado de funciones de estrés oxidativo e inflamación, y junto al factor nuclear eritroide 2 (Nrf2) es un regulador de la respuesta oxidativa induciendo la transcripción de sistemas antioxidantes (10), de esta forma los dos están envueltos en la modulación del estrés metabólico por ROS.

Vitamina A: ayuda al mejoramiento de la salud visual, regulando la diferenciación celular (mantenimiento de los tejidos), participa en el metabolismo del hierro (su deficiencia puede ser causa de anemia ferropénica). En la retina, la vitamina A es un precursor en la formación de 11-cis retinal, que posteriormente se combina con la proteína opsina dando lugar a rodopsina. Esta rodopsina es el pigmento que se encuentra en los bastones del ojo, y que es descompuesta por medio de fotorreacciones, transformándose en trans-retinal y proteína opsina. Cuando esto ocurre, es transmitida la señal al sistema nervioso central (11). Otros hallazgos describen que la vitamina A influye en el tejido óseo y el cartílago por medio de receptores especiales, modulando el crecimiento y los procesos de reabsorción de hueso a través de los osteoclastos (12).

Fuentes alimentarias: entre los alimentos con contenido elevado de retinol se encuentran: huevos, hígado, manteca, leche y cereales fortificados. También, entre los alimentos con alto contenido de beta-carotenos se encuentran los vegetales, como espinaca, zanahoria, coles, calabaza (13).

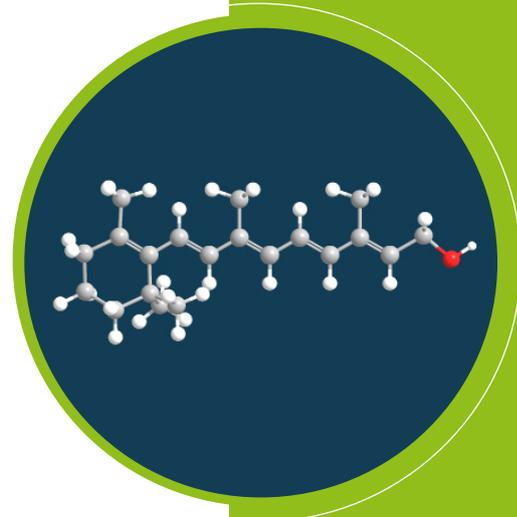


Figura 1. Esquema de la molécula de vitamina A.

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 900 mg por día para hombres y 700 mg para mujeres no lactantes (14).

Advertencia: la hipervitaminosis se caracteriza por vértigo, vómitos, diarrea, dolor de cabeza, convulsiones y descamación de la piel. También podría incrementar el riesgo a fracturas (15).

1.3. Vitamina B1

Descripción: la vitamina B1 conocida también como tiamina, se ha encontrado como cofactor de varias enzimas que son importantes en varias vías de señalización como glicolisis, ciclo del ácido cítrico, biosíntesis de aminoácidos y oxidación citosólica de pentosa fosfato; la tiamina difosfato o tiamina pirofosfato (TDP-TPP) son las formas activas de esta vitamina (16).

Propiedades: producción de energía, participación en la síntesis de aminoácidos. Aunque las funciones de esta molécula aún no han sido totalmente esclarecidas, se sabe que actúa como cofactor de reacciones enzimáticas clivando α -ceto ácidos. También activa la descarboxilación de piruvato a complejo piruvato deshidrogenasa, y estas enzimas a su vez son cofactores del Acetil CoA, que condensa oxalato en forma de citrato para que éste pueda entrar en el ciclo del ácido cítrico. También el piruvato es un derivado de la vía de Embden-Meyerhof donde se genera energía por medio de la oxidación de la glucosa altamente dependiente de TPP (17).

Fuentes alimentarias: arroz, maíz, yuca, carne de cerdo, germen de trigo, hígado y otros órganos cárnicos, aves, huevos, peces, guisantes (16).

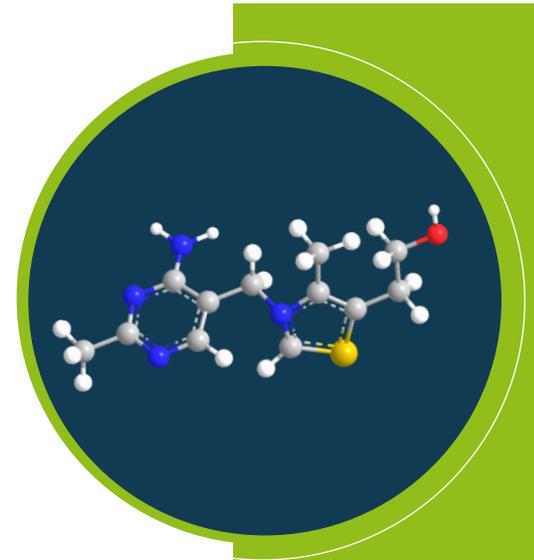


Figura 2. Esquema de la molécula de vitamina B1.

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 1,2 mg/día para hombres y 1,1 mg/día para mujeres (14).

1.4. Vitamina B2

Descripción: vitamina B2 o riboflavina (RF), es una vitamina soluble en agua que comenzó a ser documentada en 1879, y que se describió químicamente como 7,8 dimethyl 10 ribityl – isoalloxazine. La riboflavina es fosforilada a mononucleótido flavina (FMN) y utilizada como precursora de Adenina dinucleótido flavina, estos dos son cofactores en el metabolismo energético, por lo cual esta vitamina funciona como coenzima de reacciones de oxido reducción (18).

Propiedades: la actividad de la riboflavina puede agruparse en:

1. Propiedades Antioxidantes: puede prevenir el estrés oxidativo, favoreciendo enzimas antioxidantes, ayudando a la expresión de genes de reparación extracelular y también al control de agentes oxidativos como el superóxido dismutasa (SOD) catalasa y peroxidasa glutatona (19,20).

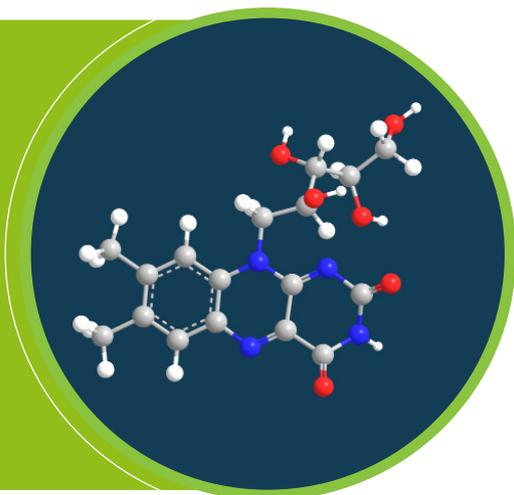


Figura 3. Esquema de la molécula de vitamina B2.

2. Daño por reperfusión oxidativa: este daño es causado por momentos esquemáticos en la inflamación en los que se liberan citoquinas de forma descontrolada, favoreciendo la formación de radicales libres. Algunos estudios sugieren que la riboflavina reduce la activación de glucosa de oxígeno el cual reduce la acción sobre lactato deshidrogenasa (LDH) (21).

3. Infección malárica: la riboflavina reduce la metahemoglobina en el torrente sanguíneo disminuyendo de esta forma el tamaño vascular e inhibiendo los parásitos en eritrocitos infectados (22).

4. Sistema inmune: en estudios en in vivo se ha observado que la administración de vitamina B2 puede ayudar a la multiplicación y circulación de leucocitos y neutrófilos en la circulación sanguínea, así como la activación de fagocitosis por parte de los macrófagos, lo que sugiere que podría ayudar a mejorar la respuesta humoral contra infecciones mediadas por células (23).

5. Fotosensor: la exposición de la luz sobre la riboflavina puede generar especies reactivas de oxígeno, que pueden ser usadas como inactivadores de patógenos en sangre para transfusión, evitando así el riesgo de infección por transfusiones (24).

6. Cáncer: la deficiencia de riboflavina puede producir mayor riesgo de cáncer por el aumento en el factor de necrosis tumoral por medio de receptor TNFR1 (25).

Fuentes alimentarias: leche, alimentos lácteos, hígado de ternera, huevos, peces, nueces frutas y verduras (18).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 1,3 mg/día para hombres y 1,1 mg/día para mujeres (14).

1.5. Vitamina B3

Descripción: su forma activa también es conocida como nicotinamida. Esta vitamina es soluble en agua y precursora de coenzimas como β -nicotinamida adenosin dinucleótido (NAD) y Nicotiamida adenin dinucleotidio Fosfato (NADP), que son catalizadores en reacciones de oxidorreducción, protegiendo las células de especies reactivas de oxígeno (ROS) en la bioquímica celular y el metabolismo energético (26).

Propiedades: producción de energía en células y protección de estrés oxidativo (26). El ácido nicotínico y la niacinamida son metabolizados en el proceso digestivo por acción enzimática, donde son reabsorbidos en la sección alta del intestino delgado. NAD es encontrada principalmente en la mitocondria donde suple y auxilia la cadena respiratoria en la producción de energía y el NADP es localizado en el citosol.

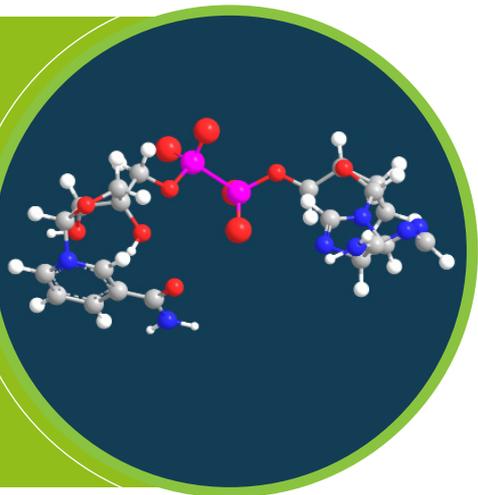


Figura 4. Esquema de la molécula de vitamina B3.

Estos se oxidan en el proceso de síntesis de ácidos grasos y son dependientes de deshidrogenasas, por esto es que el gran incremento o la falta de esta vitamina puede llevar a alteraciones en fracciones lipídicas que pueden generar el incremento de HDL y reducción de LDL y triglicéridos. También tiene una influencia directa en los adipocitos y las células esplénicas (27).

Fuentes alimentarias: carne y pescado, está poco presente en vegetales como cereales y maíz (26).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 16 mg/día de niacina equivalente para hombres y 14 mg/día niacina equivalente para mujeres (14).

1.6. Vitamina B5

Descripción: también denominada ácido pantoténico, esta vitamina fue descubierta en 1912 como una vitamina hidrosoluble importante para prevenir las lesiones de piel, por lo que suele ser nombrado como factor anti dermatitis (28). Posteriormente se encontró que este era un factor importante para el crecimiento de varios microorganismos, también que se encuentra en grandes cantidades en la naturaleza en comparación con otro tipo de vitaminas del complejo B. En 1945 se realizaron estudios a nivel hepático que mostraron que era probable que estuviera implicada en el proceso de creación de ATP, y en 1947 se lo denominó coenzima A, ya que se logró describir que el ácido pantoténico forma parte de esta coenzima (29).

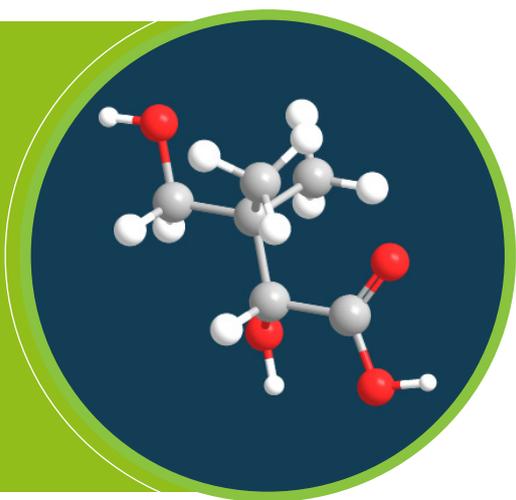


Figura 5. Esquema de la molécula de vitamina B5.

Propiedades: síntesis de ácidos grasos y síntesis de energía. La forma activa de esta vitamina es la coenzima A (CoA) (30), se localiza en la mitocondria, principalmente dentro de las células de mamíferos. Tiene como principal función actuar en las vías enzimáticas del adenosín trifosfato y la cisteína por medio de la transformación de pantotenato a defosfocoenzima A, generando energía. Esta síntesis y el control de la homeostasis de la CoA es dirigida por genes de transcripción en la decodificación de enzimas biosintéticas, actividades de regulación o feedback, caminos de señalización celular y degradación de CoA (31).

Alimentos que lo contienen: vísceras, carnes, papas, avena, tomate, yema de huevo, brócoli y cereales integrales (14).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 5 mg/día para hombres y mujeres (14).

1.7. Vitamina B6

Descripción: la vitamina B6 forma parte del grupo de las vitaminas hidrosolubles. Sirve como cofactor de una amplia variedad de enzimas como el Piridoxal 5- fosfato (PLP), que posee más de 190 actividades diferentes (32), entre las que se destacan: rol importante en la transaminación de aminoácidos, reacciones de descarboxilación, modulaciones de actividad de hormonas esteroides, y regulación de genes de expresión (33).

Propiedades: sus principales funciones son de tipo modulador de las reacciones post-traduccionales en aminoácidos (33), por lo que en diferentes estudios se le han atribuido roles específicos como los siguientes:

1. Aplicaciones terapéuticas por uso de drogas contra enzimas dependientes de PLP: las enzimas dependientes de PLP envuelven la síntesis, interconversión, degradación de aminoácidos y metabolismo de amino azúcares, los cuales juegan roles importantes en cascadas metabólicas, donde es capaz de silenciar enzimas como aminotransferasas como kinurenina aminotransferasa, alanina, N-acetil-L-ornitina, aminotransferasa, y Ácido D amino Aminotransferasa (33,34).

2. Enfermedad cardiovascular y presión sanguínea: estudios han demostrado que tomar vitamina B6 puede disminuir el riesgo cardiovascular en enfermedad coronaria, el cual exhibe un efecto protector cuando es suplementado en poblaciones asiáticas (35).

3. Actividad neurológica: en los pacientes con depresión se observa una disminución en los niveles de serotonina y catecolaminas, siendo la vitamina B6 una coenzima de triptófano-serotonina que juega un rol importante en el desarrollo de la depresión (36).

Fuentes alimentarias: vísceras, carne de pollo, frutos secos, cereales integrales, legumbres, y papa (14,37).

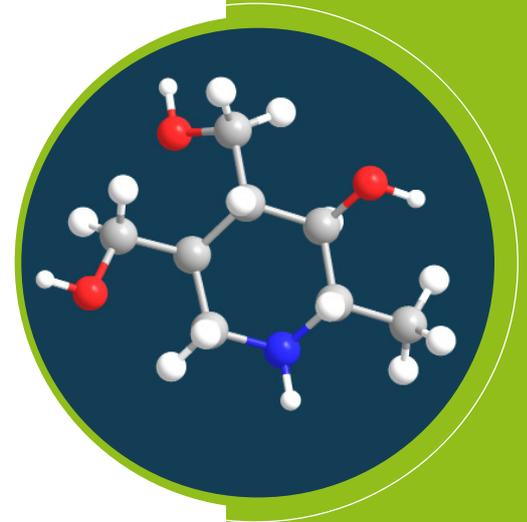


Figura 6. Esquema de la molécula de vitamina B6.

Recomendaciones de organizaciones internacionales
Según IOM: 1,3 mg/día para hombres y mujeres (14).

1.8. Vitamina B9

Descripción: el ácido fólico o vitamina B9 es una sustancia hidrosoluble vital para la salud humana. Es determinante en la vía bioquímica de metilación de la homocisteína donde la metionina es transformada en S-adenosilmetionina, las cuales son importantes en el catabolismo de aminoácidos (38).

Propiedades: síntesis de DNA y RNA, antidepresivo, cofactor de fenilalanina y triptófano, antioxidante, anticancerígeno (38). La vitamina B9 puede ser reconstituida a partir de la vitamina B12 que contiene un grupo metil donador que media las reacciones metiltransferasa donde es formado S-adenosilmetionina (SAM). Cuando los niveles de SAM son bajos no ocurre la metilación en el ADN, y de esta forma se acelera la transcripción de genes que llevan a la ruptura de la misma, agregando mutaciones o activando la apoptosis en las células (39). La falta de consumo de vitamina B9 y otros folatos puede causar la acumulación de homocisteína, la cual exhibe manifestaciones clínicas neurológicas, y también aumento del estrés oxidativo (40).

Fuentes alimentarias: alimentos fortificados con ácido fólico, hígado, huevo de gallina, espinaca, habas, espárragos, lentejas,

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 400 µg/día de folato equivalente para hombres y mujeres de 19 a 50 años (14).



Figura 7. Esquema de la molécula de vitamina B9.

1.9. Vitamina B12

Descripción: vitamina B12 o cobalamina, juega un papel importante en el rol de síntesis de ADN y en el adecuado funcionamiento del sistema nervioso. No es sintetizada por animales, hongos ni plantas, y solo se puede obtener por medio de la actividad microbiana de las bacterias que conforman la microbiota intestinal (anaerobia principalmente), las cuales en presencia de cobalamina pueden producir vitamina B12. Por esto es que las dietas veganas y vegetarianas deben suplementarse con esta vitamina (42). Esta vitamina es absorbida en la parte distal del intestino delgado, para lo cual debe previamente unirse al factor intrínseco, una glicoproteína segregada por las células parietales de la mucosa gástrica (14,43)

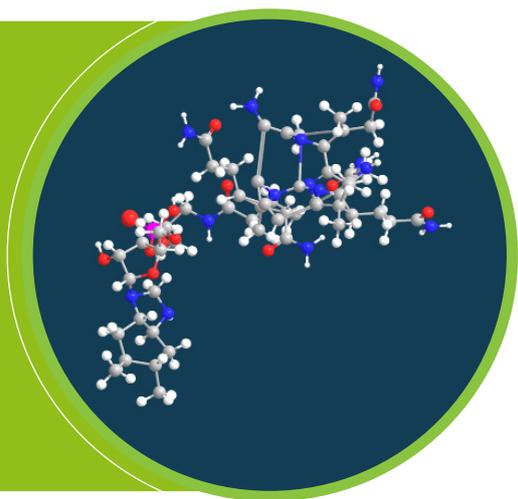


Figura 8. Esquema de la molécula de vitamina B12.

Propiedades: función eritropoyética, síntesis de ADN, participación en el metabolismo celular, y desarrollo neuronal (43). Se conocen actualmente dos procesos metabólicos donde participa, la primera es en la transformación del ácido metilmalónico, que es convertido a succinyl-CoA usando como enzima a la cobalamina, y la segunda reacción es en la transformación de homocisteína, donde es convertida en metionina también con intermediación de cobalamina. Por consiguiente, la deficiencia de la misma incrementa los niveles de homocisteína y ácido metilmalónico (44). La deficiencia de vitamina B12 causa anemia perniciosa, que se caracteriza por anomalías en las células eritrocíticas de la sangre periférica, así como también la presencia de células inmaduras en la misma. La manifestación de este tipo de anemia incluye fatiga, parestesia, pancitopenia, degeneración de médula espinal, riesgo de osteoporosis, condiciones autoinmunes, aterosclerosis, entre otros (45).

Fuentes alimentarias: Carne de rumiantes, hígado y leche (43).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 2,4 µg/día para hombres y mujeres de 19 a 50 años (14).

1.10. Vitamina C

Descripción: la vitamina C también es conocida como ácido L-ascórbico. Es una vitamina hidrosoluble que la mayoría de los vertebrados no pueden sintetizar (46) y tampoco puede ser almacenada en el cuerpo, ya que es eliminada a través de la orina, por lo cual debe ser ingerida diariamente (47).

Propiedades: es antioxidante, participa en el funcionamiento del sistema inmune, en el metabolismo del colágeno y síntesis de carnitina, y puede considerarse como un agente antimicrobiano. Su función antioxidante se debe a que actúa como catalizador de reacciones mono oxigenasas, dioxigenasas y una mezcla de oxigenasas. Además el ácido L-ascórbico es transformado en ascorbato de mono anión o ascorbato de dianión por vía de

dianión por vía de disociación de iones de hidrógeno, que son las principales formas activas. De esta forma tiene la capacidad de sustituir radicales libres en las reacciones, en las cuales se ha demostrado que el nivel de ascorbato se incrementa en presencia de superóxidos (ROS), cooperando con el superóxido dismutasa para remover los mismos (48).

Su función en el sistema inmune es debido a que presenta actividad antimicrobiana, estimulando el sistema inmune por medio de la proliferación celular de linfocitos, de células Natural Killer, mejorando el sistema proinflamatorio, producción de citoquinas, quimiotaxis (47).

Fuentes alimentarias: bayas, leche, papaya, kiwi, frutas cítricas, verduras como coles de Bruselas, pimiento dulce y hierbas/especias como perejil, acedera y cebollín (47).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 90 mg/día para hombres y 75 mg/día para mujeres (14).

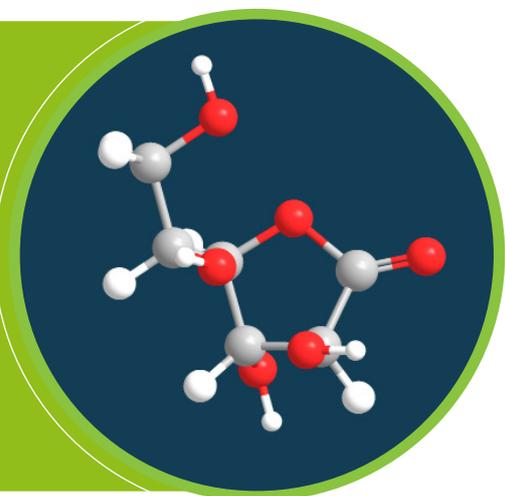


Figura 9. Esquema de la molécula de vitamina C.

1.11. Vitamina D

Descripción: es una vitamina liposoluble que se encuentra de dos formas principalmente, ergocalciferol obtenido de plantas y el colecalciferol obtenido de alimentos de origen animal. En contacto con la radiación ultravioleta del sol es transformada a pre-vitamina D₃ que posteriormente puede ser convertida en vitamina D, esta vitamina D es convertida en dos pro-hormonas D₂, D₃ y su forma activa calcitriol (49).

Funciones atribuidas: tiene acción sobre la absorción de calcio en los riñones, huesos, glándula paratiroidea e intestino por medio del mantenimiento extracelular de calcio (49). A nivel intestinal mejora la absorción del calcio y el fosfato en el intestino delgado por medio de la inducción de los canales de calcio TRPV6 y TRPV5, transportadores calbindina D a través de la membrana plasmática (50). Cuando estos receptores son activados suben los niveles de calcio en el torrente sanguíneo; también incrementan los activadores transportadores de fosfato estimulando la expresión de cotransportadores de sodio y fosfato, cambiando la estructura plasmática de las

células creando una fluctuación facilitada (51).

En el hueso, la vitamina D ayuda a la mineralización, de esta forma el receptor de vitamina D (VDR) es acoplado y activa la osteoclastogénesis (52). La vitamina D también modula la función paratiroidea, por medio de la inducción de los receptores de vitamina D incrementando los niveles de mRNA, incrementando el calcio sérico (53). En los riñones, esta vitamina estimula la reabsorción tubular de calcio con el fin de mantener la homeostasis de este mineral (49).

Fuentes alimentarias: la principal fuente es la exposición de la piel a la luz solar, y en alimentos se encuentra en hígado de res, productos lácteos y la yema de huevo (54).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 600 UI/día (15 µg/día) para hombres y mujeres de 19 a 70 años (14).

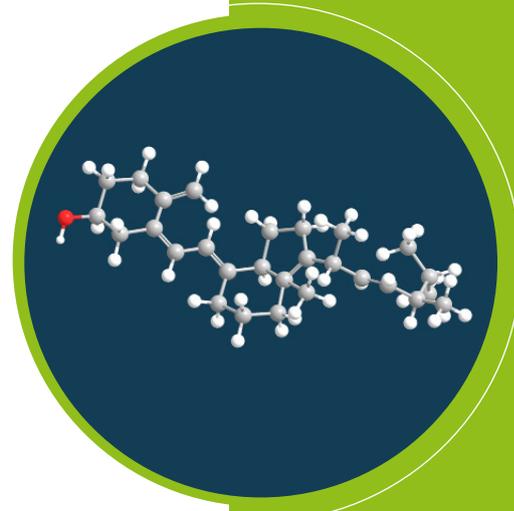


Figura 10. Esquema de la molécula de vitamina D.

1.12. Vitamina E

Descripción: la vitamina E forma parte de la familia de las vitaminas liposolubles, e incluye a los denominados tocoferoles que poseen un sitio saturado en la cadena y tocotrienoles que tienen una cadena insaturada. Los tocotrienoles se separan en α , β , γ y δ , dependiendo de la posición del grupo metilo en su anillo cromanol (55).

La vitamina E tiene grandes propiedades antioxidantes, dado que puede reducir especies oxidantes y radicales libres, previniendo así la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL), que influyen en la producción de membranas celulares evitando la peroxidación de LDL (56).

Propiedades: prevenir el estrés oxidativo reduciendo grupos ROS (reactive oxygen species), propiedades antiinflamatorias y antioxidantes (56). Los tocoferoles poseen un grupo cromanol de la cadena lateral, que permite hacer la reducción de los agentes oxidantes, generando 3 residuos principales, 2,3-epoxi-a-tocoferol quinona, 5,6-epoxi-a-tocoferol quinona. Esta última es la forma en la que puede ser reducida a hidroquinona, que al ser receptora de electrones causa la disminución del estrés oxidativo (55).

Fuentes alimentarias: la vitamina E es encontrada como α -tocoferol en múltiples alimentos entre ellos destacan los granos, aceite de palma, aceites vegetales, arroz, oliva, nueces, granos, entre otros (55).

Recomendaciones de organizaciones internacionales

Según IOM: 15 mg/día de alfa-tocoferol para hombres y mujeres (14).

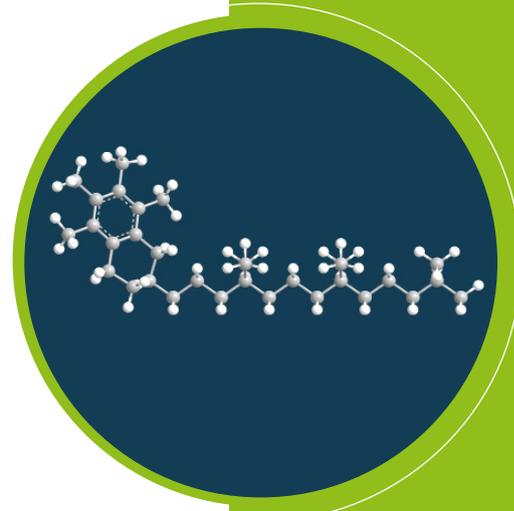


Figura 11. Esquema de la molécula de vitamina E.

1.13. Vitamina k

Descripción: es una vitamina liposoluble que comenzó a ser estudiada en 1929 por Henrik Dam, pero tomó verdadera importancia en 1970 cuando se comenzó comprender su importancia clínica en la coagulación. Interviene en la síntesis del factor de Swiss kalechard, coagulación II, VII, IX y X. Clínicamente se observó que la deficiencia de la misma produce hipoprotrombinemia, asociada a medicamentos anticoagulantes. Posteriormente se observó que la vitamina K promueve la transformación de residuos de glutamato a γ -carboxiglutamato (Gla), denominado también proteínas Gla. Estas proteínas logran captar calcio de forma muy eficaz, por lo que participan en el metabolismo de este mineral, y se las ha encontrado en en hueso, riñón, placenta, páncreas, bazo y pulmones (57).

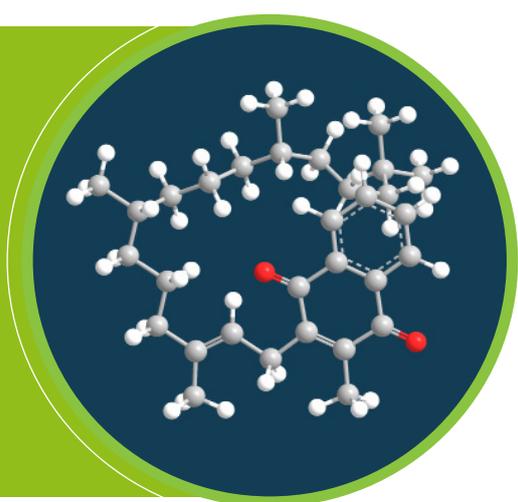


Figura 12. Esquema de la molécula de vitamina K.