

Jorge Maldonado-Hernández^{1a}, Nancy Anahí Pérez-Ramírez^{1b}, María de los Ángeles González-Atilano^{1c},
Alva Belen Morales-Villar^{1d}, María de Lourdes Barbosa-Cortés^{1e}

Resumen

En el marco de la celebración del 40 aniversario de la Unidad de Investigación Médica en Nutrición (UIMN), hemos preparado el presente manuscrito que tiene como objetivo principal difundir información actualizada sobre vitamina D. Dado que la deficiencia de esta vitamina es un problema nutricional en México y en el mundo, que genera afectaciones en la salud de la población, consideramos pertinente fijar una postura de carácter preventivo que sea de utilidad para el profesional de la salud y la sociedad en general. El IMSS, como la institución de mayor renombre y presencia para la atención a la salud y la protección social de los mexicanos, refrenda su compromiso de comunicar los hallazgos que realizan sus investigadores y académicos en beneficio de sus derechohabientes. Por ello, hemos elaborado una revisión actualizada sobre los temas de mayor relevancia que ha realizado la comunidad científica en torno al estudio de la vitamina D y planteamos algunas pautas específicas con relación a su ingesta dietética, el tema de la exposición solar con énfasis en la salud de la piel, información actualizada sobre el uso de protector solar y un apartado sobre suplementación con vitamina D3. Finalmente, sugerimos algunas recomendaciones puntuales que podrían ser de utilidad para beneficiar el estado de nutrición de esta vitamina que es tan importante en las diferentes etapas de la vida y que tiene numerosas funciones biológicas en el organismo.

Abstract

As part of the celebration of the 40th anniversary of the Medical Research Unit in Nutrition (UIMN), we have prepared this manuscript with the main objective to disseminate updated information of vitamin D topic. Given that vitamin D deficiency is a nutritional issue in Mexico and worldwide, we consider it relevant to establish a preventive stance that may be useful for health professionals and society in general. The Mexican Institute of Social Security (IMSS), as the most renowned institution for health care and social protection of Mexicans, reaffirms its commitment to communicate the findings made by its researchers and academics for the benefit of its members. In this document, we provide an updated review of the most significant topics addressed by the scientific community regarding the study of vitamin D, and we propose specific recommendations related to dietary intake, the issue of sun exposure with an emphasis on skin health, updated information on the use of sunscreen, and a section on vitamin D3 supplementation. Finally, we suggest some key recommendations that could help improve the nutritional status of this vitamin, which is utterly important at different stages of life and has numerous biological functions in the body.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund”, Unidad de Investigación Médica en Nutrición. Ciudad de México, México

ORCID: 0000-0002-7592-7025^a, 0009-0004-3188-538X^b, 0009-0004-8872-7737^c, 0000-0003-0243-5051^d,
0000-0003-2448-7434^e

Palabras clave
Vitamina D
Deficiencia de Vitamina D
Luz Solar
Factor de Riesgo

Keywords
Vitamin D
Vitamin D Deficiency
Sunlight
Risk Factors

Fecha de recibido: 26/09/2024

Fecha de aceptado: 01/11/2024

Comunicación con:

Jorge Maldonado Hernández
✉ jormh@yahoo.com.mx
☎ 55 5627 6944

Cómo citar este artículo: Maldonado-Hernández J, Pérez-Ramírez NA, González-Atilano MA *et al.* Deficiencia de vitamina D: posicionamiento de la Unidad de Investigación Médica en Nutrición. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2025;63 Supl 1:e6507. doi: 10.5281/zenodo.14199893

Actualmente, la deficiencia de vitamina D en México y en el mundo es considerada un problema de salud pública. La presencia de un receptor específico que responde a la forma activa de la vitamina D en más de 36 órganos y tejidos del cuerpo humano, ha puesto de manifiesto su importancia en numerosas funciones y actividades biológicas en las que participa.¹ Las fuentes principales de vitamina D son la síntesis endógena producida por la exposición de la piel a la luz solar y la ingesta dietética.

A primera vista, la capacidad que tiene el organismo humano para sintetizar vitamina D mediante la exposición de la piel al sol, podría dar la idea que esta problemática es relativamente fácil de resolver. No obstante, la evidencia científica demuestra que no es así. Las poblaciones actuales se caracterizan por tener menor actividad física al aire libre y un alto consumo de alimentos ultraprocesados con un bajo contenido de este nutrimento.² Adicionalmente, la localización geográfica en donde habitan las personas es un aspecto relevante relacionado con el estado de nutrición de esta vitamina. Las regiones cercanas al ecuador reciben una abundante radiación solar la mayor parte del año; en contraste con algunos países cercanos a los polos, que reciben poca radiación solar durante varios meses. Otros factores que interfieren con la radiación solar son la nubosidad y la contaminación atmosférica, las estaciones del año, la hora del día, el tipo de piel y el uso de ropa y productos para el cuidado de la piel.³

La pandemia de obesidad que vivimos actualmente también ha contribuido al escenario de deficiencia de vitamina D que prevalece. El incremento de tejido adiposo corporal que caracteriza a la obesidad favorece la captura y el almacenamiento de la vitamina D por su naturaleza liposoluble. Además, la obesidad se relaciona con el sedentarismo y la menor actividad física al aire libre, lo que se traduce en una pobre exposición al sol.

En el presente documento, elaboramos una revisión actualizada sobre los temas de mayor relevancia en el estudio de la vitamina D y planteamos algunas pautas específicas con relación a su ingesta dietética, el tema de la exposición solar con énfasis en la salud de la piel, información actualizada sobre el uso de protector solar y un apartado sobre suplementación con vitamina D3.

Definición y metabolismo de la vitamina D

El nombre genérico *vitamina D* abarca a un grupo de esteroides liposolubles con estructuras químicas y funciones biológicas similares. Existen dos formas esenciales de esta vitamina: vitamina D2 (ergocalciferol) y vitamina D3 (colecalciferol). La vitamina D2 está presente en los alimentos de

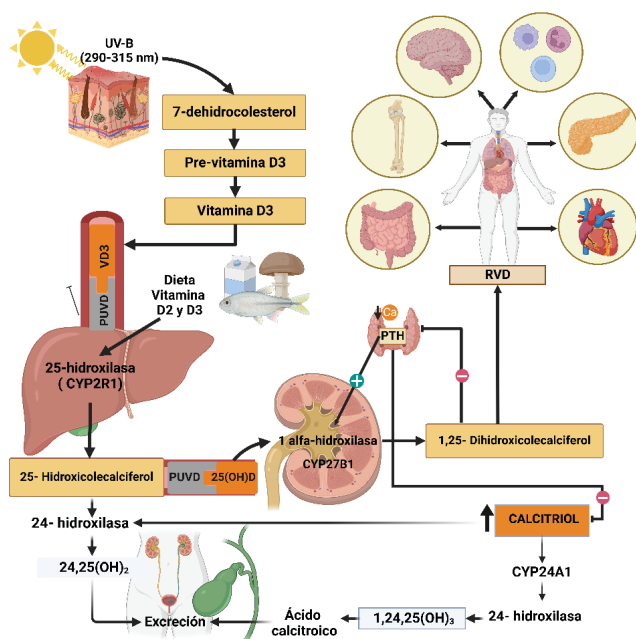
origen vegetal y su potencia biológica es menor a un tercio de la vitamina D3, la cual se encuentra en algunos alimentos de origen animal y también puede ser sintetizada en la epidermis por la acción de los rayos solares. La vitamina D3 es la forma principal en el ser humano y se estima que entre el 80 y 90% de sus requerimientos son cubiertos mediante la síntesis endógena en la piel, en condiciones ideales.⁴ Cuando la fracción B de los rayos ultravioleta (UVB, longitud de onda de 290 a 315 nm) entra en contacto con el precursor esteroide 7-dehidrocolesterol, ubicado en los queratinocitos de la epidermis, forma previtamina D3. Debido a su inestabilidad este compuesto se isomeriza rápidamente para formar vitamina D3. Por otra parte, la vitamina D2 y D3 que ingerimos en los alimentos se une a los quilomicrones después del proceso de digestión, los cuales ingresan a través del sistema linfático al torrente sanguíneo. La vitamina D obtenida por ambas vías requiere de dos hidroxilaciones previas para poder llevar a cabo su función biológica.^{5,6}

La proteína de unión a la vitamina D la transporta al hígado a través del torrente sanguíneo. En este órgano ocurre la primera hidroxilación a través de diversas enzimas con función de citocromo P-450. Particularmente, la forma CYP2R1 transforma la vitamina D en 25-hidroxivitamina D (calcifediol) por acción de la 25-hidroxilasa. Este compuesto que se genera en el hígado es el indicador utilizado actualmente para evaluar el estado de nutrición de vitamina D. La 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) se transporta mediante su proteína de unión del hígado a las células del túbulo proximal en el riñón, donde la enzima mitocondrial 1 alfa-hidroxilasa (CYP27B1) realiza la segunda hidroxilación, lo que da como resultado la forma activa de la vitamina D: 1,25-dihidroxivitamina-D (1,25(OH)2D) o calcitriol (figura 1).^{5,6}

Deficiencia de vitamina D y factores de riesgo

Para determinar el estado de nutrición de la vitamina D es necesario cuantificar las concentraciones de 25(OH)D en suero o plasma sanguíneo. Si bien existen algunas controversias en torno a los puntos de corte para determinar el estado de nutrición de esta vitamina, los criterios más utilizados y aceptados son los de la Sociedad de Endocrinología, que considera *deficiencia* cuando hay niveles ≤ 20 ng/ml, *insuficiencia* cuando los niveles son > 20 y < 30 ng/ml y *suficiencia* cuando son ≥ 30 ng/ml. Algunos autores utilizan el término *deficiencia severa* cuando hay valores menores a 12 ng/ml y algunas sociedades internacionales de salud ósea consideran un valor ≥ 30 ng/ml como un punto de corte adecuado para preservar una salud óptima en el hueso.⁷ Para transformar las unidades de vitamina D a nmol/l se requiere multiplicar el valor expresado en ng/ml por 2.5.

Figura 1 Metabolismo de la vitamina D



Cuando la fracción B de los rayos ultravioleta inciden en la piel, el 7-dehidrocolesterol se convierte en previtamina D3 y posteriormente en vitamina D3. En el hígado la vitamina D es transformada a 25-hidroxitamina D y posteriormente a su forma activa, la 1,25-dihidroxitamina-D o calcitriol. El metabolismo de la vitamina D está finamente regulado en el riñón. La concentración de 1,25(OH)2D está determinada por las necesidades de calcio renal y la actividad de la parathormona (PTH). Asimismo, la 25-hidroxitamina D puede ser hidroxilada en la posición 24 para dar lugar a la forma inactiva 24,25(OH)2D que es soluble en agua y que puede ser excretada por la orina, ante un aumento importante de calcitriol.^{5,6}

La deficiencia de vitamina D es un problema de salud pública a nivel mundial. En los países desarrollados se estima que la prevalencia de deficiencia severa (< 12 ng/ml) es de 5.9% en Estados Unidos, 7.4% en Canadá y 13% en Europa; mientras que las cifras de deficiencia (\leq 20 ng/ml) fueron de 24%, 37% y 40%, respectivamente. En países en vías de desarrollo, como Pakistán, India y Bangladesh, las tasas de deficiencia superan el 80% en adultos.⁸ En el caso de América Latina, un estudio realizado en Colombia reportó cifras de deficiencia en adultos jóvenes (18 a 45 años) de 17.3% en Bogotá y de 27.7% en Cali.⁹ Un metaanálisis publicado recientemente en Brasil, que incluyó 79 estudios realizados en Latinoamérica, reportó una prevalencia general de deficiencia de vitamina D de 34.8%; esta deficiencia se relacionó significativamente con la edad, sexo, país, latitud, estación del año y año de publicación.¹⁰ En el caso de México, un estudio previo reportó una prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D de 58.1% y 38.7% respectivamente, en adultos jóvenes (< 50 años) de la Ciudad de México.³ Otro estudio realizado en adultos con una media de edad

de 57.8 años que acudieron a la consulta externa del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ubicado en la Ciudad de México, reportaron cifras de deficiencia e insuficiencia del 62.4 y 30.8%, respectivamente.¹¹ Finalmente, datos recientes de la ENSANUT Continua 2022 reportó cifras de deficiencia de 4.7% en preescolares, 23.3% en escolares y de 37.7% en mujeres.¹²

Como se mencionó anteriormente, la poca exposición solar y la baja ingesta de vitamina D son las principales causas de su deficiencia. No obstante, existen otros factores de riesgo relevantes que deben ser considerados. Morales Villar *et al.* reportaron una mayor proporción de deficiencia en mujeres que en hombres (65.7% frente a 43.4%, $p = 0.012$). También se reportó una asociación inversa entre el porcentaje de grasa corporal ($r = -0.172$, $p = 0.032$) y menores concentraciones de vitamina D durante las estaciones otoño-invierno en comparación con el ciclo primavera-verano (-2.69 ng/ml, $p = 0.002$).³ Estos resultados son consistentes con los reportados en estudios previos, por lo que habría que considerar como factores de riesgo adicionales para esta deficiencia vitamínica, la cualidad de ser mujer, la obesidad, los ciclos estacionales y el envejecimiento de las personas.

Ingesta diaria recomendada y fuentes alimentarias de vitamina D

De acuerdo con el Instituto de Medicina (IOM, por su nombre en inglés *Institute of Medicine*), la ingesta diaria recomendada (IDR) de vitamina D es de 400 UI en infantes menores de 12 meses y de 600 UI para todos los grupos etarios, a excepción de los adultos mayores de 71 años, en los que se recomienda incrementar la ingesta a 800 UI. En el caso de las mujeres embarazadas y lactantes se recomienda una ingesta de 600 UI.^{6,13} La evidencia científica demuestra que la ingesta de esta vitamina puede ser considerablemente baja en algunas regiones del mundo (100 a 150 UI/día) por lo que se han sugerido algunas estrategias para favorecer su consumo:

- Ingerir regularmente (2 veces por semana) pescados grasos de agua fría como bacalao, salmón y arenque, trucha, atún y sardinas.
- Consumir diariamente alguno de estos alimentos de origen animal: leche de vaca y/o productos lácteos (yogurts, quesos madurados y mantequilla), huevo de gallina (particularmente la yema), hígado de res, carne de res y pollo.
- Hongos crudos expuestos a luz ultravioleta u hongos crudos estilo portobello. Si no es posible consumirlos crudos se recomienda prepararlos a la parrilla o ligeramente hor-

neados. Hervirlos durante un tiempo prolongado puede reducir su contenido de vitamina D en un 40%.

- En el caso de alimentos procesados, algunas leches de soya, almendras y avena, cereales para desayuno y barras de cereal fortificadas con vitamina D.

En el cuadro I se presentan algunos alimentos que se caracterizan por tener un alto contenido de vitamina D. Se recomienda revisar detalladamente la etiqueta del producto para verificar su contenido. Hemos detectado variaciones importantes entre distintas marcas y algunos productos que tradicionalmente se consideran buenas fuentes de vitamina D, declaran un bajo o nulo contenido de este nutrimento. Por otra parte, algunos productos como las barras de cereal reportan buen contenido de vitamina D, no obstante, tienen un alto contenido de azúcares, grasas y/o calorías, por lo que habría que ser cautelosos en su consumo.

Exposición al sol y uso de protector solar

En condiciones ideales, se estima que del 80 al 90% de la vitamina D que está presente en el organismo se sintetiza en la piel por acción de la luz solar. La evidencia científica demuestra que los individuos se exponen cada vez menos al sol, y la razón principal podría estar explicada por el riesgo que implica para la seguridad y la salud de la piel.¹⁴ La Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolló un índice ultravioleta (IUV) que determina la intensidad de radiación que recibe la superficie terrestre y la clasifica de la siguiente manera: radiación baja (≤ 2), radiación moderada (3-5), radiación alta (6-7), muy alta (8-10) y extremadamente alta (≥ 11). La OMS sugiere que a partir de un IUV mayor a 3 es necesario aplicar medidas de protección contra la luz solar.¹⁵ Recientemente, la OMS, la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Internacional del Trabajo, desarrollaron una aplicación para teléfono móvil

denominada *SunSmart Global UV* que está disponible de manera gratuita para sistema *IOS* y *Android* en cinco idiomas, entre ellos el español.¹⁶ Esta herramienta electrónica ofrece, entre otras cosas, una predicción promedio de la radiación UV de cinco días en distintas regiones del mundo, entre ellas, México. Dado que el principal factor de riesgo para el cáncer de piel es la exposición prolongada al sol es conveniente considerar siempre la salud de la piel.¹⁷

Con relación a la vitamina D, el uso de protector solar ha sido objeto de debate y los resultados de diversos estudios son inconsistentes. Passeron *et al.* concluyeron a partir de un panel internacional de 13 expertos que se reunieron en la ciudad de París en junio de 2017, que “*El uso de protector solar para fotoprotección diaria y recreativa no compromete la síntesis de vitamina D, incluso cuando éste se aplica de manera óptima o correcta*”.¹⁸

Por otra parte, Young *et al.* concluyeron que el uso de protector solar con un factor de protección (FPS) de 15, aplicado de manera correcta para inhibir las quemaduras generadas por el sol durante 1 semana de vacaciones, no inhibe completamente la síntesis de vitamina D.¹⁹ Finalmente, otro estudio reportó que el uso de protector solar con un FPS 50+ disminuye, aproximadamente, el 68% del área bajo la curva de la síntesis cutánea de vitamina D y cerca del 11% de las concentraciones de 25(OH)D.²⁰

Suplementación con vitamina D

El presente apartado de suplementación solo considera los aspectos o factores de riesgo más comunes para la deficiencia nutricional de 25(OH)D. No se consideran otras causas o comorbilidades adicionales que pudieran estar relacionadas con esta deficiencia. El modelo de suplementación más utilizado en población general es la administración oral de vitamina D3 o colecalciferol.²¹ En el cuadro II se presentan las dosis de suplementación sugeridas para la

Cuadro I Alimentos con buen contenido de vitamina D^{6,13}

Alimento	Ración	UI por ración
Aceite de hígado de bacalao	1 cucharada	1360
Hongos expuestos a radiación UV	½ taza	366
Sardinias enlatadas en aceite	2 sardinias	46
Huevo entero	1 huevo (55 g)	44
Hígado de res cocido	90 gramos	42
Leche entera	100 ml	22
Queso cheddar	30 gramos	12
Trucha / salmón (cocidos)	90 gramos	16.2 / 14.2
Hongo portobello	½ taza	4
Leches fortificadas de soya, o avena	1 taza	100 - 144
Cereales fortificados para desayuno	30 gramos	336

UI: Unidades Internacionales

prevención de deficiencia e insuficiencia de vitamina D en población general y los límites máximos permitidos.

El uso de colecalciferol para la prevención y corrección de la deficiencia de vitamina D debe individualizarse en función de la edad, el peso corporal, los hábitos de exposición solar, la dieta y el estilo de vida. Aunque la suplementación con vitamina D es segura, las concentraciones en sangre mayores a 100 ng/ml de 25(OH)D son tóxicas. Estos niveles circulantes solo pueden observarse en esquemas de suplementación mayores a 4000 UI/d durante un tiempo prolongado (> 6 meses). Algunos síntomas clínicos de toxicidad son: letargo, confusión, estupor, coma, anorexia, vómitos, estreñimiento y poliuria. La cuantificación habitual de 25(OH)D circulante podría ser un buen método de control para prevenir la toxicidad.^{22,23}

Conclusiones

La deficiencia de vitamina D es un problema de salud pública en México y en el mundo. Entre el 80 y 90% de esta vitamina se produce naturalmente al contacto de la piel con la luz del sol. No obstante, el estilo de vida de la sociedad actual se ha modificado drásticamente. Las personas realizan con menor frecuencia actividad física al aire libre y se exponen en menor grado a la luz solar, principalmente por el riesgo que implica para la salud de la piel. Por otro lado, las fuentes alimentarias con un contenido adecuado de vitamina D son escasas. Diversos alimentos ultraprocesados están fortificados con esta vitamina, sin embargo, algunos de ellos tienen un alto contenido de azúcares simples, grasas saturadas y/o calorías, por lo que habría que ser cautelosos en su consumo y ponderar los beneficios de incluirlos de manera regular en la dieta. Algunas estrategias concretas para las profesionales de la salud en sus diferentes ámbitos de acción relacionados con el tema de la vitamina D son los siguientes:

- Incorporar regularmente en la dieta alimentos con un alto contenido de vitamina D. Los alimentos ultraprocesados fortificados con esta vitamina pueden ser una buena fuente alimentaria, pero es pertinente considerar y ponderar la presencia de sellos de advertencia de acuerdo con etiquetado frontal de alimentos.
- Debido a los niveles de radiación solar que presenta México la mayor parte del año,²⁴ no es conveniente exponerse al sol sin ningún tipo de protección, particularmente entre las 11 y las 17 horas del día ni durante las estaciones más calurosas del año. Si se van a realizar actividades al aire libre es recomendable utilizar una crema de protección solar (FPS >15); el uso de ropa, sombrero y/o lentes oscuros es muy recomendado cuando el IUV es mayor a 8.
- La suplementación con vitamina D3 o colecalciferol es efectiva para prevenir o corregir la deficiencia de vitamina D. Particularmente en personas que habitan lugares que reciben poca radiación solar durante la mitad del año o cuando la ingesta es insuficiente. La suplementación debe ser individual y considerar la edad, el peso corporal, los hábitos de exposición solar, la dieta y el estilo de vida de la persona. El esquema de suplementación debe ser indicado por un profesional de la salud.
- La implementación de una política pública que establezca como norma la fortificación obligatoria de alimentos con vitamina D podría ser una buena alternativa para reducir las cifras de deficiencia a nivel poblacional. La incorporación de fuentes naturales de vitamina D en la dieta de las familias mexicanas podría dificultarse por la poca accesibilidad y el costo elevado de algunos de estos alimentos.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Cuadro II Recomendaciones de suplementación con vitamina D3 y límites máximos permitidos por grupo de edad^{22,23}

Grupo etario	Recomendaciones para la población general (UI/d)	Nivel máximo de ingesta tolerable (UI/d)
Infantes de 0 a 12 meses	400 - 600	1000
Niños de 1 a 10 años	600 - 1000	2000
Adolescentes de 11 a 18 años	1000 - 2000	4000
Mujeres embarazadas y lactantes	2000 UI	4000
Adultos de 19 a 65 años	1000 - 2000	4000
Adultos mayores de 65 años	2000 - 4000	4000

UI: Unidades Internacionales

En adultos con obesidad el nivel máximo de ingesta tolerable es de 10000 UI. El periodo de suplementación recomendado es de 6 a 8 semanas, con un tiempo máximo de suplementación de 6 meses

Referencias

1. Piña-Aguero MI, Maldonado-Hernández J, Sebastián-Medina L, et al. Vitamin D receptor gene polymorphisms, β -cell function, and vitamin D status in non-obese Mexican adults. *Arch Med Res.* 2022;53(4):416-422. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcmed.2022.04.002>
2. Pedroza-Tobías A, Hernández-Barrera L, López-Olmedo N, et al. Usual vitamin intakes by Mexican populations. *J Nutr.* 2016; 146(9):1866S-73S. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3945/jn.115.219162>
3. Morales-Villar AB, Maldonado-Hernández J, Eduardo Álvarez-Licona N, et al. Determinants of vitamin D status in healthy young adults from Mexico City. *Arch Med Res.* 2024; 55(3):102968. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcmed.2024.102968>
4. Zmijewski MA. Vitamin D and Human Health. *Int J Mol Sci.* 2019;20(1):145. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms20010145>
5. Janoušek J, Pilařová V, Macáková K, et al. Vitamin D: sources, physiological role, biokinetics, deficiency, therapeutic use, toxicity, and overview of analytical methods for detection of vitamin D and its metabolites. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2022; 59(8):517-54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10408363.2022.2070595>
6. Dominguez LJ, Farruggia M, Veronese N, et al. Vitamin D Sources, Metabolism, and Deficiency: Available Compounds and Guidelines for Its Treatment. *Metabolites.* 2021;11(4):255. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/metabo11040255>
7. Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment, and prevention. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017;18(2):153-65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11154-017-9424-1>
8. Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin Nutr.* 2020;74(11):1498-513. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-020-0558-y>
9. Daza AM, Casanova ME, Rojas NA, et al. Prevalencia y factores asociados con deficiencia de vitamina D en una población adulta joven de dos instituciones de educación superior en Cali y Bogotá: estudio de corte transversal. *RevACE.* 2020;7(1):12-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.53853/encr.7.1.563>
10. Mendes MM, Gomes APO, Araújo MM, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in South America: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2023;81(10):1290-309. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/nutrit/nuad010>
11. Martínez-Zavala N, López-Sánchez GN, Vergara-Lopez A, et al. Vitamin D deficiency in Mexicans have a high prevalence: a cross-sectional analysis of the patients from the Centro Médico Nacional 20 de Noviembre. *Arch Osteoporos.* 2020;15(1):88. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11657-020-00765-w>
12. De la Cruz-Góngora V, García-Guerra A, Shamah-Levy T, et al. Estado de micronutrientos en niños, niñas y mujeres mexicanas: análisis de la Ensanut Continua 2022. *Salud Públ. Méx.* 2023; 65:s231-7. Disponible en: <https://doi.org/10.21149/14781>
13. Casado E, Quesada J, Naves M, et al. Recomendaciones de la SEIOMM en la prevención y tratamiento del déficit de vitamina D. *DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals).* Disponible en: <https://doaj.org/article/9df4a3ce74a14ca9abc5cf771f353b67>
14. Chang S-W, Lee H-C. Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatr Neonatol.* 2019;60(3):237-44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.04.007>
15. World Health Organization. Índice uv solar mundial: guía práctica 2002. Ginebra, Suiza: WHO; 2003. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf>
16. World Health Organization. La aplicación SunSmart Global UV ayuda a protegerse de los peligros de la exposición al sol y promueve la salud pública. Ginebra, Suiza: WHO; 2022. Disponible en: <http://www.who.int/es/news/item/21-06-2022-sunsmart-global-uv-app-helps-protect-you-from-the-dangers-of-the-sun-and-promotes-public-health>
17. Raymond-Lezman JR, Riskin SI. Benefits and risks of sun exposure to maintain adequate vitamin D levels. *Cureus.* 2023;15(5):e38578. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.38578>
18. Passeron T, Bouillon R, Callender V, et al. Sunscreen photoprotection and vitamin D status. *Br J Dermatol.* 2019;181(5):916-31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/bjd.17992>
19. Young AR, Narbutt J, Harrison GI, et al. Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn. *Br J Dermatol.* 2019;181(5):1052-62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/bjd.17888>
20. Płudowski P, Kos-Kudła B, Walczak M, et al. Guidelines for preventing and treating vitamin D deficiency: A 2023 update in Poland. *Nutrients.* 2023;15(3):695. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu15030695>
21. Williams SE. Vitamin D supplementation: Pearls for practicing clinicians. *Cleve Clin J Med.* 2022;89(3):154-160. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3949/ccjm.89a.21021>
22. Ramasamy I. Vitamin D metabolism and guidelines for vitamin D supplementation. *Clinical Biochemist Reviews.* 2020; 41(3):103-126. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33176/aacb-20-00006>
23. Endocrine.org. Vitamin D for the prevention of disease [Internet]. Endocrine Society; 2024 [citado el 8 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.endocrine.org/clinical-practice-guidelines/vitamin-d-for-prevention-of-disease>
24. Ipiña A, López-Padilla G, Retama A, et al. Ultraviolet radiation environment of a tropical megacity in transition: Mexico City 2000-2019. *Environ Sci Technol.* 2021;55(16):10946-10956. doi: <http://10.1021/acs.est.0c08515>