

Universidad de Costa Rica
Sistema de Estudios de Posgrado
Programa de Posgrado en Especialidades Médicas
Especialidad en Medicina Familiar y Comunitaria

Protocolo de trabajo final de graduación para optar por el título de Especialista en
Medicina Familiar y Comunitaria



Propuesta de abordaje clínico para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de
vitamina D en personas mayores de 18 años desde la atención primaria en Costa
Rica

Nombre del Residente

Dr. Ismael Jesús Acevedo Canales

Tutor

Dr. Tony Ruiz Chavarría

Año 2025

Dedicatoria y agradecimiento

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios Todopoderoso, quien desde el inicio trazó el camino que me permitió ingresar y formarme como especialista. Asimismo, agradezco a la madre santísima, la Virgen María, cuya constante protección e intercesión han guiado mi progreso a lo largo de este proceso.

A mis padres, quienes desde el inicio me apoyaron e impulsaron para que continuara creciendo como profesional. Además, dedico este trabajo a mis dos amigos que Dios me regaló y que, con el paso del tiempo, se convirtieron en mis padres josefinos: Grettel y Javier. Gracias por estar siempre presentes en los momentos en que necesité el cariño de una familia y el calor de un hogar.

Asimismo, agradezco a todas aquellas personas que impulsaron mi sueño de ser especialista, incluso cuando parecía inalcanzable. Además, expreso mi gratitud a quienes en algún momento fueron muy cercanos a mí, pero que por circunstancias de la vida ya no lo son tanto y que, durante estos 4 años, no han dejado ni un solo día de incluirme en sus oraciones.

Por último, pero no menos importante, agradezco a mi hermana menor, Sofía, quien siempre ha estado atenta para brindarme su ayuda con las dudas administrativas de la universidad. Además, me ha apoyado en la logística de los viajes a Guanacaste. Sin ella, muchos de esos viajes no habrían sido posibles.

“Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Medicina Familiar y Comunitaria de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en el Programa de Posgrado Medicina Familiar y Comunitaria”.

Dr. Tony Ruiz Chavarría

Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria

Tutor/profesor guía

Dr. Nelson Ledezma Castro

Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria

Lector

Dra. Flavia Solórzano Morera

Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria

Coordinadora del programa de Posgrado en la Especialidad de Medicina Familiar y Comunitaria

Dr. Ismael Jesús Acevedo Canales

Sustentante

Carta de aprobación del filólogo

Cartago, 23 de enero de 2025

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, incorporada a la Asociación Costarricense de Filólogos con el número de carné 0247, portadora de la cédula de identidad número 3-0447-0799 y, Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, incorporado a la Asociación Costarricense de Filólogos con el número de carné 0245, portador de la cédula de identidad número 1-1345-0416, ambos vecinos de Quebradilla de Cartago, revisamos el trabajo final de graduación que se titula: *Propuesta de abordaje clínico para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años desde la atención primaria en Costa Rica*, sustentado por Ismael Jesús Acevedo Canales.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de ortografía, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto. A pesar de esto, la originalidad y la validez del contenido son responsabilidad directa de la persona autora.

Esperamos que la participación de Filólogos Bórea Costa Rica satisfaga los requerimientos de la Universidad de Costa Rica.

X

Elena Redondo Camacho
Filóloga, Universidad de Costa Rica

X

Daniel González Monge
Filólogo, Universidad de Costa Rica

Índice de contenido

Capítulo I. Marco conceptual.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1. Antecedentes internacionales	3
1.2.1.1. Prevalencia de la deficiencia de vitamina D.....	6
1.2.2. Antecedentes nacionales	7
1.3. Marco teórico.....	10
1.3.1. Fundamentación teórica.....	10
1.3.1.1. Modelo de atención primaria en salud (APS).....	10
1.3.1.2. Modelo biopsicosocial de Engel (1977).....	11
1.3.1.3. Teoría del autocuidado de Dorothea Orem.....	12
1.3.1.4. Teorías y enfoques para las enfermedades crónicas no transmisibles.....	13
1.3.1.5. Modelo de promoción de la salud de Nola Pender.....	15
1.3.1.6. Modelo de salud del individuo según Lalonde (1974)-Ampliación	16
1.3.2. Integración de los modelos teóricos en la propuesta de abordaje clínico	18
1.4. Conceptos clave.....	19
1.4.1. Concepto de vitamina D	19
1.4.2. Nomenclatura y estructura química de la vitamina D	20
1.4.3. Metabolismo básico de la vitamina D.....	22
1.4.4. Inflamación y deficiencia de vitamina D.....	23
1.4.5. Funciones biológicas de la vitamina D.....	24
1.4.6. Funciones sistémicas y evidencia sobre mortalidad.....	25
1.4.7. Deficiencia de vitamina D: definición y clasificación.....	27
1.4.8. Epidemiología y factores asociados	29
1.4.8.1. Factores asociados a la COVID-19.....	36
1.4.8.2. Factores biológicos y demográficos.....	39
1.4.8.3. Factores ambientales y conductuales.....	39
1.4.8.4. Factores clínicos y sociales.....	40

1.4.9. Manifestaciones clínicas y consecuencias.....	40
1.4.10. Tamizaje de la deficiencia de vitamina D	41
1.4.11. Manejo terapéutico.....	42
1.4.11.1. Presentaciones institucionales.....	43
1.4.12. Rol de la atención primaria en el manejo de la deficiencia de vitamina D	44
1.4.12.1. Experiencias internacionales relevantes	45
1.4.12.2. Desafíos y oportunidades en Costa Rica	46
1.4.13. Enfoque de abordaje clínico propuesto	47
1.4.14. Guías de prácticas clínicas.....	48
1.5. Justificación	49
Capítulo II. Propósito	51
2.1. Problema de investigación	51
2.2. Objetivos	52
2.2.1. Objetivo general.....	52
2.2.2. Objetivos específicos	53
Capítulo III. Metodología	54
3.1. Diseño.....	54
3.1.1. Tipo y diseño de la investigación	54
3.2. Población y unidades de análisis.....	54
3.3. Criterios de inclusión y exclusión	55
3.3.1. Criterios de inclusión	55
3.3.2. Criterios de exclusión.....	55
3.4. Estrategias de búsqueda.....	56
3.5. Recolección de datos.....	57
3.6. Análisis de datos.....	58
3.7. Análisis de la información.....	59
3.8. Análisis del material bibliográfico	60
3.9. Ética	60
3.10. Limitaciones del estudio	60
Capítulo IV. Análisis de resultados.....	61

4.1. Introducción	61
4.2. Caracterización del estudio.....	61
4.2.1. Tipo de estudio analizado	61
4.2.2. Áreas que se identificaron como temas principales.....	63
4.2.3. Distribución geográfica de los estudios	65
4.2.4. Número de artículos por períodos	66
4.3. Discusión de resultados según objetivos.....	67
4.3.1. Objetivo n.º 1: determinar los criterios clínicos y el procedimiento sistemático para el tamizaje de deficiencia de vitamina D en adultos en atención primaria	68
4.3.1.1. Tamizaje de la deficiencia de vitamina D	68
4.3.1.2. Medicamentos asociados a riesgo de deficiencia de vitamina D ..	70
4.3.1.3. Grupos farmacológicos asociados a riesgo aumentado	71
4.3.1.4. Pertinencia para el contexto costarricense	73
4.3.1.5. Implicaciones para la propuesta de tamizaje	73
4.3.2. Objetivo n.º 2: establecer un esquema terapéutico clínico adecuado para el manejo de deficiencia de vitamina D	74
4.3.2.1. Factores que modulan la respuesta terapéutica y ajustes clínicos	78
4.3.3. Objetivo n.º 3: elaborar un flujograma clínico de tamizaje y tratamiento	80
4.3.3.1. Rol de la atención primaria	85
4.3.3.2. Síntesis transversal de los resultados.....	86
4.3.3.2.1. Identificación del paciente.....	87
4.3.3.2.2. Tamizaje clínico.....	88
4.3.3.3. Procedimiento de 25(OH)D.....	89
4.3.3.3.1. Resultados del laboratorio (25[OH]D)	90
4.3.3.3.2. Manejo terapéutico.....	91
4.3.3.3.3. Seguimiento.....	93
4.3.4. Comparación internacional del abordaje clínico.....	96
4.3.5. Análisis comparativo y hallazgos.....	98

4.4. Validación del enfoque propuesto.....	99
4.5. Estrategia de abordaje clínico para la deficiencia de vitamina D en adultos desde la atención primaria en Costa Rica.....	100
4.5.1. Objetivo general.....	100
4.5.2. Principios rectores	100
4.5.3. Ejes del abordaje clínico.....	100
4.5.4. Evaluación clínica inicial.....	101
4.5.5. Intervención terapéutica	101
4.5.6. Seguimiento y monitoreo.....	103
4.5.7. Educación y promoción	104
4.5.8. Roles del equipo de salud.....	104
4.5.9. Evaluación y mejora continua.....	105
4.5.10. Flujograma propuesto.....	105
4.5.11. Adaptación a Costa Rica.....	107
4.5.12. Países con políticas de fortificación obligatoria de vitamina D	108
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	109
5.1. Conclusiones.....	109
5.2. Recomendaciones.....	112
Referencias	116
Anexos	124
Anexo 1. Documentos analizados según país y continente.....	124
Anexo 2. Matriz de documentos.....	129

Lista de tablas

Tabla 1 Esquemas terapéuticos comparativos de suplementación de vitamina D	43
Tabla 2 Artículos consultados según nivel de evidencia	58
Tabla 3 Tipos de estudios analizados.....	62
Tabla 4 Criterios clínicos para tamizaje según literatura revisada	68
Tabla 5 Consenso terapéutico identificado en la literatura	75
Tabla 6 Comparación internacional de esquemas terapéuticos para la deficiencia de vitamina D.....	76
Tabla 7 Síntesis para construir el flujograma	81
Tabla 8 Elementos esenciales del flujograma integrado	84
Tabla 9 Comparación internacional del abordaje clínico.....	96

Lista de figuras

Figura 1 Sitios de acción de la vitamina D.....	5
Figura 2 Prevalencia informada de la deficiencia de vitamina D, definida como un nivel de 25-hidroxivitamina D inferior a 20 ng/ml en la población mundial de mujeres embarazadas y población general.....	7
Figura 3 Estructura química de la vitamina D en distintas fases.....	20
Figura 4 Representación esquemática de la síntesis y metabolismo de la vitamina D para funciones esqueléticas y no esqueléticas. 1-OHase: 1 α -hidroxilasa de 25 (OH) D; 24-OHase: 24 hidroxilasa; 25(OH)D: 25-hidroxivitamina D; 1,25(OH)2D: 1,25-dihidroxivitamina D; CaBP: proteína de unión al calcio; DBP: proteína de unión a vitamina D; ECaC: canal de calcio epitelial; FGF-23: factor de crecimiento de fibroblasto-23; PTH: hormona paratiroidea; RANK: receptor activador del factor nuclear kB (NFkB), RANKL: ligando del receptor activador del NFkB; RXR: receptor del ácido retinoico; TLR2/1: receptor Toll-like 2/1; VDR: receptor de vitamina D; vitamina D: vitamina D2 o D3.....	22
Figura 5 Prevalencia informada de la deficiencia de vitamina D, definida como un nivel de 25-hidroxivitamina D inferior a 20 ng/ml en la población mundial de mujeres embarazadas y población general. Nótese que en Latinoamérica falta información. Para convertir 25(OH)D valores en nmol/L, multiplique por 2.496.....	24
Figura 6 Flujograma de búsqueda de artículos empleados en la revisión bibliográfica.....	57
Figura 7 Distribución geográfica de estudios por región.....	65
Figura 8 Flujograma clínico propuesto.....	106

Lista de gráficos

Gráfico 1 Áreas que se identificaron como temas principales.....	63
Gráfico 2 Agrupación de estudios por períodos.....	67

Abreviaturas

µg: microgramos.

APS: atención primaria en salud.

ATAP: agentes técnicos de atención primaria.

BMI/IMC: Body Mass Index/índice de masa corporal.

CC: consulta comunitaria.

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social.

CR: Costa Rica.

DM2: diabetes *mellitus* tipo 2.

DMO: densidad mineral ósea.

Ebais: equipos básicos de atención integral en salud.

EDUS: Expediente Digital Único de Salud.

EII: enfermedad inflamatoria intestinal.

ERC: enfermedad renal crónica.

Esceo: European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis.

ESE: European Society of Endocrinology.

HAART: terapia antirretroviral altamente activa.

HTA: hipertensión arterial.

IMC: índice de masa corporal.

IU/UI: unidad internacional.

MFYC: medicina familiar y comunitaria.

mg: miligramos.

NHANES: National Health and Nutrition Examination Survey (EE. UU.).

NICE: National Institute for Health and Care Excellence (Reino Unido).

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

UI: unidades internacionales.

UVB: radiación ultravioleta B

VO: vía oral.

Resumen

La deficiencia de vitamina D constituye un problema de salud pública que afecta la función ósea, muscular y el bienestar general, incrementando el riesgo de enfermedades crónicas. En Costa Rica, aunque se reconoce su importancia, persisten limitaciones en la estandarización de los criterios de tamizaje, tratamiento y seguimiento en la atención primaria. Esta investigación propone un abordaje clínico estructurado para la identificación, el manejo y el seguimiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años, integrando estrategias de educación, suplementación y monitoreo de resultados. Se presentan recomendaciones dirigidas a la práctica clínica, las políticas institucionales y futuras investigaciones, con el objetivo de optimizar la atención, garantizar la disponibilidad de suplementos y generar evidencia local que permita mejorar la salud de la población adulta costarricense.

Palabras clave: vitamina D, deficiencia, tamizaje, atención primaria, Costa Rica, suplementación, políticas de salud.

Abstract

Vitamin D deficiency is a public health concern affecting bone and muscle function, as well as overall well-being, increasing the risk of chronic diseases. In Costa Rica, despite its recognized importance, there are limitations in the standardization of screening, treatment, and follow-up in primary care. This research proposes a structured clinical approach for the identification, management, and follow-up of vitamin D deficiency in adults over 18 years old, integrating education, supplementation, and outcome monitoring strategies. Recommendations are provided for clinical practice, institutional policies, and future research, aiming to optimize care, ensure supplement availability, and generate local evidence to improve the health of the adult Costa Rican population.

Keywords: Vitamin D, deficiency, screening, primary care, Costa Rica, supplementation, health policy.

Capítulo I. Marco conceptual

1.1. Introducción

La deficiencia de vitamina D se ha convertido en un problema relevante de salud pública en el ámbito mundial, lo que afecta tanto a países con baja radiación solar como a regiones tropicales donde se presume una exposición solar suficiente. Este fenómeno se ha vinculado con alteraciones musculoesqueléticas, inmunológicas, metabólicas y cardiovasculares, las cuales repercuten directamente en la calidad de vida y en los costos sanitarios asociados (Bikle y Christakos, 2020; Bouillon *et al.*, 2019).

La vitamina D, reconocida actualmente como una hormona más que como una simple vitamina, desempeña funciones esenciales en la regulación del metabolismo óseo y en la modulación del sistema inmunitario (Bikle, 2023). Algunos estudios recientes evidencian que la deficiencia y la insuficiencia de esta sustancia son comunes en la población adulta en el ámbito mundial, incluso en países latinoamericanos con climas tropicales (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2020).

En Costa Rica, aunque se cuenta con un sistema de salud consolidado y una alta cobertura poblacional, no existe un protocolo clínico unificado para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en la atención primaria. Esta carencia genera abordajes clínicos heterogéneos, lo que limita la detección oportuna de personas en riesgo y la implementación de terapias adecuadas, tanto farmacológicas como no farmacológicas. Asimismo, se identificó una integración limitada de este tema en la medicina familiar, lo que dificulta prevenir y manejar de forma integral esta condición en el primer nivel de atención.

Diversos países han comenzado a incorporar lineamientos nacionales para el diagnóstico y tratamiento de la deficiencia de vitamina D, los cuales pueden servir como referencia para el contexto costarricense. Por ejemplo, en Europa y Norteamérica se han establecido recomendaciones diferenciadas según la edad, el riesgo y las condiciones de salud de las personas (Cashman *et al.*, 2021; Bouillon *et al.*, 2023). La adaptación de este tipo de estrategias permite fortalecer el abordaje

preventivo y clínico desde la atención primaria, lo que promueve la equidad y la eficiencia en la atención sanitaria.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un flujograma clínico fundamentado en la evidencia científica más reciente y en buenas prácticas internacionales. De este modo, se pretende estandarizar los criterios clínicos para la identificación, el diagnóstico y el tratamiento de la deficiencia de vitamina D, fortaleciendo la capacidad resolutoria del personal de salud en el primer nivel de atención.

En síntesis, este trabajo tiene como objetivo aportar una herramienta técnica que sirva de base para la formulación de lineamientos institucionales dentro de la Caja Costarricense de Seguro Social. Lo anterior tiene el fin de promover un abordaje integral, costo-efectivo y centrado en la persona. De este modo, se espera contribuir al mejoramiento de la atención en salud y a la reducción de complicaciones derivadas de la deficiencia de vitamina D en la población adulta del país.

1.2. Antecedentes

El estudio de la deficiencia de vitamina D ha adquirido una relevancia creciente en los últimos años debido a su impacto en la salud ósea, muscular y metabólica, así como a su relación con diversas enfermedades crónicas no transmisibles. Aunque la vitamina D puede obtenerse a través de la exposición solar y de la dieta, distintas investigaciones han demostrado que su deficiencia se presenta incluso en regiones tropicales con alta radiación solar (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2020).

En el ámbito internacional, la preocupación por esta deficiencia ha motivado la elaboración de guías y consensos clínicos orientados a estandarizar los criterios de tamizaje, diagnóstico y tratamiento. No obstante, las recomendaciones difieren según el contexto geográfico y los recursos de los sistemas de salud, lo que pone de manifiesto la necesidad de adaptar las estrategias globales a las condiciones locales (Płudowski *et al.*, 2023; Bouillon *et al.*, 2023).

En Costa Rica, los estudios disponibles son limitados y evidencian una falta de uniformidad en el abordaje clínico de esta condición en la atención primaria (Solano-Barquero *et al.*, 2021; Castro-Bonilla, 2023). La ausencia de lineamientos técnicos nacionales resalta la importancia de desarrollar propuestas fundamentadas en la evidencia que fortalezcan la práctica médica y la prevención de complicaciones asociadas con la deficiencia de vitamina D.

Por esto, los antecedentes que se presentan a continuación se dividen en dos apartados: los antecedentes internacionales, que permiten contextualizar las tendencias globales y las guías más recientes, y los antecedentes nacionales, que muestran la realidad costarricense y los vacíos existentes que justifican la elaboración de una propuesta de abordaje clínico desde la atención primaria.

1.2.1. Antecedentes internacionales

La deficiencia e insuficiencia de vitamina D son altamente prevalentes en el ámbito mundial. Se estima que más de la mitad de la población presenta niveles séricos por debajo de los 30 ng/ml (Tomaschitz *et al.*, 2010; Bjelakovic *et al.*, 2014). Sin embargo, revisiones internacionales más recientes muestran que el estatus de vitamina D varía considerablemente entre regiones. Según Lips (2021), los niveles poblacionales en América Latina, incluido México, suelen considerarse relativamente adecuados en comparación con los reportados en regiones como Europa, Asia o Medio Oriente, donde la deficiencia es significativamente más frecuente. Este panorama evidencia que, lejos de ser desconocida, la situación regional muestra patrones diferenciados que requieren estudios locales actualizados para comprender con mayor precisión la magnitud de la hipovitaminosis D en cada país.

Por otro lado, en Europa y Norteamérica, las guías clínicas coinciden en que el tamizaje universal, es decir, aplicado a toda la población sin considerar la presencia de síntomas o factores de riesgo, no resulta costo-efectivo ni clínicamente justificable. El costo es muy elevado en comparación con los resultados clínicos que se obtienen, no obstante, se promueve la suplementación y la vigilancia en grupos vulnerables, como adultos mayores, personas con obesidad, mujeres embarazadas

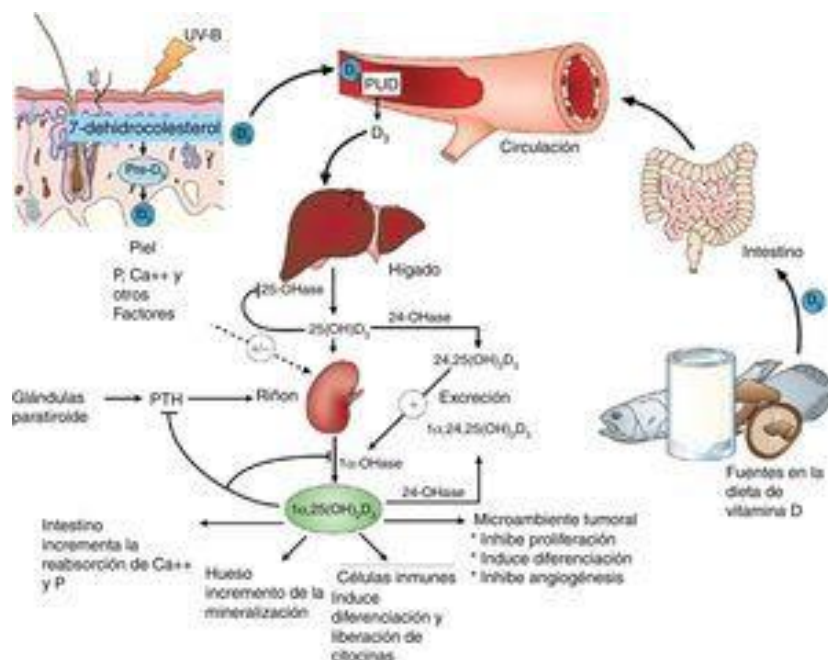
y quienes presentan enfermedades crónicas o escasa exposición solar (Bouillon *et al.*, 2023; Cashman *et al.*, 2021). Estas recomendaciones se basan en la evidencia de que la deficiencia de vitamina D se asocia con un mayor riesgo de osteoporosis, caídas, fracturas y debilidad muscular, aunque los beneficios extraesqueléticos son motivo de debate (Bikle, 2023).

En América Latina, diversos estudios han identificado una alta prevalencia de insuficiencia y deficiencia de vitamina D, incluso en países tropicales, lo que contradice la expectativa de encontrar niveles óptimos en regiones con abundante radiación solar. Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2020) señalaron que, en varias naciones latinoamericanas, más del 40 % de la población adulta presenta niveles inferiores a 30 ng/ml. Ante este panorama, organismos científicos internacionales han recomendado adaptar las guías internacionales a las realidades locales, considerando factores socioculturales, dietéticos y ambientales (Brito *et al.*, 2013; Płudowski *et al.*, 2023).

Según Rosas-Peralta *et al.* (2017):

Así, la vitamina D generalmente es conocida por su papel en el metabolismo óseo, siendo importante para el mantenimiento de la homeostasis del calcio, asegurando la absorción fisiológica del mismo por el intestino. El descubrimiento del receptor nuclear de vitamina D (VDR), que se expresa en forma ubicua en casi todas las células del cuerpo tales como las células inmunes, vasculares o miocárdicas, sugiere una implicación de los efectos mediados por la vitamina D en varios otros sistemas aparte de los tejidos músculo-esqueléticos (s. p.).

Figura 1
Sitios de acción de la vitamina D



Nota. Nótese efectos extraóseos. ©Modificada de Hossein-nezhad y Holick.

Esto ha dado lugar a una investigación exhaustiva sobre la vitamina D como factor que influye en la patogenia de diversas enfermedades agudas y crónicas no esqueléticas, tales como infecciones, cáncer, trastornos psiquiátricos, enfermedades autoinmunes, así como factores de riesgo cardiovascular, como hipertensión arterial, dislipidemia, diabetes *mellitus*, obesidad y aterosclerosis (Souberbielle *et al.*, 2010; Muscogiuri *et al.*, 2012; Pilz *et al.*, 2011).

Según Rosas-Peralta *et al.* (2017) los factores de riesgo cardiovascular (CV), así como las enfermedades cardiovasculares, lo que incluye el infarto de miocardio, la enfermedad coronaria y el accidente cerebrovascular, se reconocen como las patologías más frecuentes y constituyen las principales causas de muerte en el ámbito mundial, especialmente en los países occidentales (World Health Organization [WHO], 2012). En México, el aumento de los factores de riesgo cardiovascular en las últimas dos décadas es evidente, fenómeno que también se observó en América Latina. Esto resalta la importancia de esclarecer el papel de la vitamina D en el contexto de las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo más comunes.

Por lo anterior, los antecedentes internacionales coinciden en la necesidad de establecer protocolos estandarizados de detección y tratamiento, contextualizados según la disponibilidad de recursos y los perfiles epidemiológicos nacionales. Este enfoque basado en la evidencia constituye el punto de partida para desarrollar propuestas locales en sistemas de atención primaria, como el de Costa Rica.

1.2.1.1. Prevalencia de la deficiencia de vitamina D

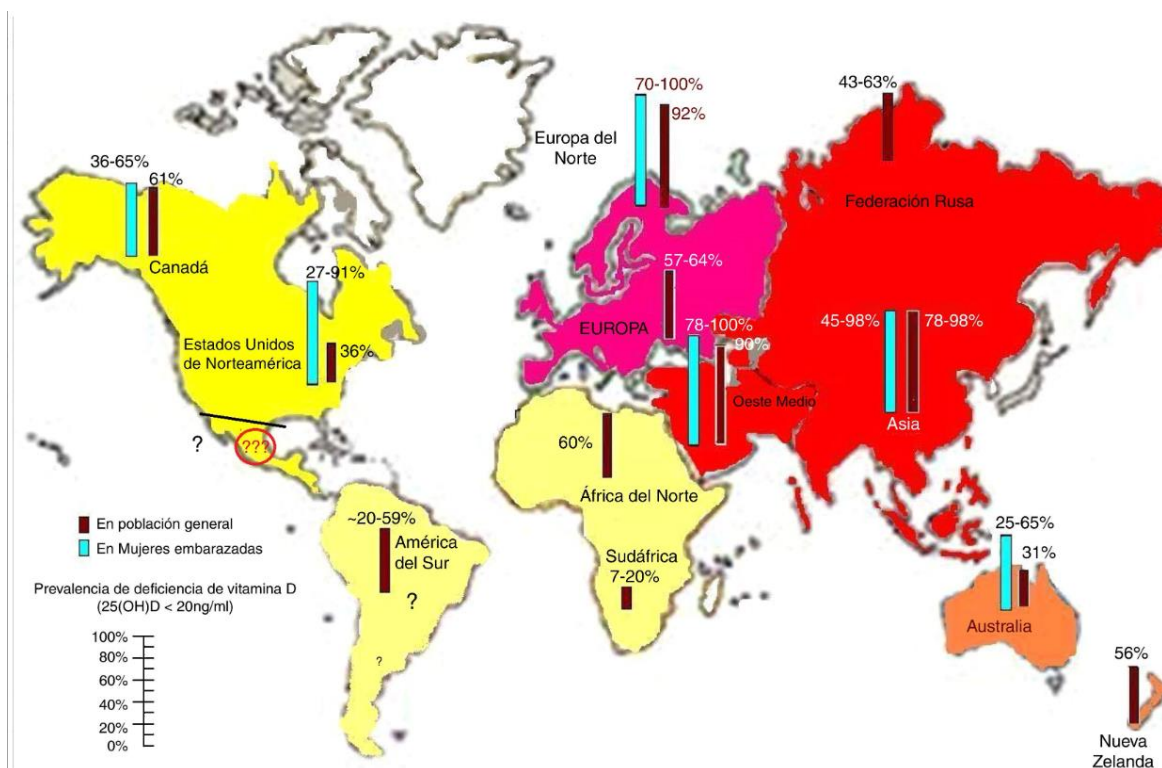
La deficiencia y la insuficiencia de vitamina D presentan una alta prevalencia en el ámbito mundial. Se estima que más de la mitad de la población tiene niveles séricos inferiores a 30 ng/ml (Tomaschitz *et al.*, 2010; Bjelakovic *et al.*, 2014). No obstante, en países como México, su prevalencia específica aún se desconoce, lo que debe alertar a la comunidad médica y científica sobre la necesidad de realizar estudios poblacionales más amplios (Chowdhury *et al.*, 2014).

Diversos factores contribuyen al déficit, entre ellos el aumento de la edad, el sexo femenino, la pigmentación cutánea más oscura, la reducción de la exposición solar, la variación estacional y la distancia geográfica respecto al ecuador (Macdonald *et al.*, 2011). Un factor adicional de relevancia creciente es la contaminación ambiental, que puede interferir en la síntesis cutánea de vitamina D al reducir la penetración de la radiación ultravioleta B (UVB) (Couchman *et al.*, 2012; Heijboer *et al.*, 2012; Grandi *et al.*, 2010).

Por lo tanto, se requiere una mayor investigación sobre el impacto de la contaminación atmosférica y otros factores geodemográficos en la deficiencia de vitamina D. Esto es especialmente necesario en regiones con altos niveles de polución y baja exposición solar.

Figura 2

Prevalencia informada de la deficiencia de vitamina D, definida como un nivel de 25-hidroxivitamina D inferior a 20 ng/ml en la población mundial de mujeres embarazadas y población general



Nota. Nótese que en Latinoamérica falta información. Para convertir 25 (OH) D valores en nmol/l, multiplique por 2.496. ©Copyright Holick 2013, reproducido con permiso. Hossein-Nezhad y Holick (2013).

1.2.2. Antecedentes nacionales

En Costa Rica, la evidencia científica sobre la deficiencia de vitamina D es aún limitada, aunque algunos estudios han comenzado a describir su magnitud y posibles determinantes. Solano-Barquero *et al.* (2021) reportaron una prevalencia significativa de hipovitaminosis D en la población infantil costarricense, lo que sugiere que esta condición puede extenderse a otros grupos etarios. Factores como el uso de bloqueadores solares, la obesidad, el sedentarismo y la escasa exposición al sol se identificaron como los principales determinantes.

Por otra parte, Gamboa (2015) documentó niveles subóptimos de 25(OH)D en la población universitaria, lo que evidencia un patrón deficiente incluso entre jóvenes aparentemente saludables. Castro-Bonilla (2023) halló que el 46 % de los

adultos mayores que se evaluaron en la Gran Área Metropolitana presentaban niveles insuficientes (<30 ng/ml), a pesar de residir en zonas tropicales.

En el ámbito institucional, la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS, 2020) y el Ministerio de Salud no disponen de un protocolo clínico nacional estandarizado para el tamizaje y manejo de la deficiencia de vitamina D en atención primaria (Ministerio de Salud, 2022). Esta ausencia genera abordajes clínicos diversos y dependientes del criterio de cada profesional, lo que dificulta la identificación de casos y la implementación de estrategias terapéuticas uniformes (Castro-Bonilla, 2023). No obstante, las guías de atención al adulto mayor y la estrategia de atención primaria reconocen la importancia de la suplementación y la promoción de estilos de vida saludables.

Además, la Guía del adulto mayor costarricense promueve la suplementación de vitamina D junto con calcio en personas con riesgo de osteoporosis o antecedentes de fracturas, aunque no establece dosis específicas ni criterios de tamizaje universal para esta población (Campillo Córdoba, 2016). Por otra parte, la estrategia de atención integral en salud (AIS) sugiere la suplementación de vitamina D como parte de intervenciones integrales en salud, pero delega su implementación al criterio clínico individual y no presenta un protocolo uniforme para su aplicación en el primer nivel de atención (Campillo Córdoba, 2016). Esta situación contribuye a la heterogeneidad en la práctica clínica en el sistema de salud costarricense.

Además, la evaluación nutricional del adulto mayor puede incluir aspectos que se relacionan con la vitamina D, pero no es obligatoria ni sistematizada en todos los niveles de atención, lo que contribuye a la heterogeneidad en la práctica clínica y a la detección tardía de deficiencias. Esta falta de estandarización implica que la identificación de personas en riesgo y la necesidad de suplementación dependen del criterio individual de cada profesional de la salud. Como resultado, existen diferencias significativas en la atención que reciben los adultos mayores entre los distintos centros de atención primaria y hogares de larga estancia.

La implementación de un enfoque sistemático y estandarizado, que se fundamenta en protocolos nacionales como el Protocolo de vigilancia para la valoración nutricional de la persona mayor de 65 años, permite mejorar la coordinación del seguimiento nutricional, garantizar la detección temprana de deficiencias de vitamina D y promover intervenciones preventivas consistentes en toda la red de atención primaria (Ministerio de Salud, 2022). En comparación con otros países de la región, Costa Rica presenta una brecha significativa en la estandarización de la práctica clínica y en la disponibilidad de datos epidemiológicos representativos en el ámbito nacional.

En Costa Rica, aunque existe una tradición normativa de fortificación alimentaria obligatoria, como lo demuestra el Decreto Ejecutivo n.º 30031-S, que regula la fortificación del arroz con ácido fólico, hierro y vitaminas del complejo B, entre otros micronutrientes (MAG, 2002; Faolex), hasta la fecha no se ha adoptado ningún reglamento, decreto o norma que obligue a incluir vitamina D en alimentos de consumo masivo como arroz, harina o leche. En consecuencia, no existe una política sanitaria explícita que prevenga de manera estructural la deficiencia de vitamina D en la población. Este vacío normativo limita las estrategias de salud pública y representa un riesgo potencial para los grupos vulnerables, lo que constituye una oportunidad para desarrollar regulaciones similares a las que se implementan en otros países, como Chile, donde se estableció la fortificación obligatoria de leche y harinas con vitamina D para prevenir déficit en la población.

Asimismo, los lineamientos nacionales existentes sobre nutrición y enfermedades crónicas no incluyen de manera explícita recomendaciones de suplementación o tamizaje de vitamina D en adultos. Esto resalta la necesidad de una propuesta técnica que sirva como base para futuras guías o flujogramas clínicos que se adaptan al contexto costarricense. La revisión de experiencias internacionales puede proporcionar una guía valiosa para fortalecer la medicina familiar y comunitaria en la detección oportuna de esta deficiencia.

De forma consecuente, los antecedentes nacionales evidencian vacíos significativos en el diagnóstico y tratamiento, lo que justifica el desarrollo de un

abordaje clínico estandarizado desde el primer nivel de atención. Esta propuesta busca contribuir a la mejora de la práctica clínica, la equidad en la atención y la reducción de complicaciones derivadas de la deficiencia de vitamina D en la población adulta costarricense.

1.3. Marco teórico

1.3.1. Fundamentación teórica

El presente estudio se fundamenta en diversos enfoques teóricos que orientan la comprensión del problema y la formulación de una propuesta de abordaje clínico integral desde el primer nivel de atención. Entre estos enfoques destacan el modelo de atención primaria en salud (APS), el modelo biopsicosocial de Engel, la teoría del autocuidado de Dorothea Orem y el modelo de promoción de la salud de Nola Pender (Orem, 2001; Pender, 2011; Engel, 1977).

1.3.1.1. Modelo de atención primaria en salud (APS)

El modelo de atención primaria en salud (APS) ha sido interpretado y aplicado de diversas maneras por distintos autores y organismos. Según Starfield (2018), la APS garantiza la continuidad de la atención y promueve la prevención y el manejo integral de enfermedades crónicas, mientras que Kruk *et al.* (2018) destacan que la coordinación y el acceso equitativo son factores determinantes para su efectividad. Por otra parte, la OMS (2018) enfatiza que la APS debe incluir la participación comunitaria y la atención centrada en la persona como ejes fundamentales.

Al comparar estos enfoques con la experiencia costarricense, se observa que los Ebais operan de manera consistente con los principios generales de la APS, sin embargo, estudios recientes evidencian limitaciones en la estandarización de protocolos y flujogramas para la atención de la deficiencia de vitamina D (Castro-Bonilla, 2023; Pludowski *et al.*, 2018). Mientras Holick (2007) destaca la importancia del tamizaje selectivo y la educación del paciente, en Costa Rica la heterogeneidad en la práctica clínica puede generar discrepancias en la identificación de casos de riesgo y en la prescripción de la suplementación.

Además, algunos autores, como Macinko *et al.* (2019) señalan que la APS puede fallar en la incorporación de los determinantes sociales de la salud en la práctica diaria. Esto resulta relevante en el manejo de deficiencias nutricionales, ya que factores socioeconómicos, culturales y de estilo de vida influyen en la exposición solar, la alimentación y la adherencia a los suplementos de vitamina D (WHO, 2020).

En síntesis, aunque el modelo APS proporciona un marco conceptual sólido y adaptable para abordar la deficiencia de vitamina D, su implementación en Costa Rica enfrenta desafíos: ausencia de protocolos uniformes, variabilidad en el conocimiento del personal de salud e integración limitada de factores sociales en la práctica clínica. Estas brechas resaltan la necesidad de diseñar estrategias estandarizadas, fundamentadas en evidencia científica y ajustadas al contexto local, que respeten los principios de equidad, prevención y atención centrada en la persona.

1.3.1.2. Modelo biopsicosocial de Engel (1977)

Engel propuso el modelo biopsicosocial como respuesta al enfoque exclusivamente biomédico, al reconocer que la salud y la enfermedad no dependen únicamente de factores biológicos, sino también de determinantes psicológicos y sociales (Engel, 1977). En el caso de la deficiencia de vitamina D, este modelo permite abordar la condición de manera integral, considerando:

- Factores biológicos: metabolismo del calcio, exposición solar, dieta y enfermedades asociadas.
- Factores psicológicos: percepción del autocuidado, adherencia al tratamiento y motivación.
- Factores sociales: nivel educativo, ocupación, acceso a servicios de salud y estilos de vida (Engel, 1977).

El modelo biopsicosocial fundamenta la necesidad de un abordaje interdisciplinario que incluya al médico, al nutricionista, al enfermero y al educador

en salud, con el objetivo de promover un manejo sostenible y centrado en la persona (Holick, 2007; Lips, 2010).

Por otro lado, autores contemporáneos como Borrell-Carrio *et al.* (2004) enfatizan que la integración de determinantes sociales y psicológicos mejora la adherencia a las intervenciones de prevención y tratamiento, mientras que Marteau *et al.* (2012) destacan que la percepción del riesgo y la motivación individual son factores clave para el éxito de los programas de suplementación nutricional. En el contexto de la deficiencia de vitamina D, estos hallazgos sugieren que la simple prescripción de suplementos no garantiza resultados óptimos si no se consideran los factores psicosociales del paciente.

Esto significa que, aunque el modelo biopsicosocial proporciona un marco sólido para un abordaje integral, su aplicación en la práctica clínica costarricense enfrenta desafíos: coordinación limitada entre disciplinas, heterogeneidad en la educación del paciente y escasa sistematización de las estrategias de seguimiento. Estas brechas evidencian la necesidad de protocolos adaptados, que integren la educación, el autocuidado y la participación activa del paciente, respetando los principios de bioética y las buenas prácticas clínicas.

1.3.1.3. Teoría del autocuidado de Dorothea Orem

Orem formuló la teoría del autocuidado como un marco para comprender la responsabilidad de la persona en el mantenimiento de su propia salud (Orem, 2001). Según esta teoría, los individuos poseen la capacidad y el deber de realizar acciones deliberadas para conservar la vida, la salud y el bienestar.

En la deficiencia de vitamina D, esta teoría se aplica en la educación para el autocuidado, ya que promueve la exposición solar adecuada, la adherencia al tratamiento, la alimentación saludable y el seguimiento médico. El rol del personal de salud, especialmente en la atención primaria consiste en identificar los déficits de autocuidado y proporcionar el apoyo necesario para que la persona logre satisfacer sus requerimientos nutricionales y funcionales (Orem, 2001).

La teoría de Orem respalda el componente educativo del abordaje clínico propuesto, ya que fomenta la corresponsabilidad entre el sistema de salud y el individuo (Pender, 2011).

1.3.1.4. Teorías y enfoques para las enfermedades crónicas no transmisibles

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) han sido ampliamente estudiadas desde diversos enfoques teóricos, debido a su carácter multifactorial y su impacto en la salud pública mundial.

- La teoría multifactorial sostiene que las ENT no se originan a partir de una única causa, sino de la interacción compleja entre factores genéticos, ambientales, conductuales y sociales. Este enfoque reconoce que los estilos de vida, la dieta, la actividad física, el tabaquismo y el consumo de alcohol, entre otros determinantes, se combinan y aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades como la diabetes, las cardiovasculares o el cáncer (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025). Según Morla (2020), el carácter multifactorial de las ENT exige políticas integrales que aborden tanto los determinantes individuales como los estructurales de la salud, superando la visión puramente biomédica.
- El enfoque epidemiológico constituye la base para comprender la distribución y los determinantes de las ENT en las poblaciones. Este enfoque tiene como objetivo identificar los factores de riesgo modificables y no modificables, así como los patrones de incidencia y prevalencia en diversos contextos. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2019), la epidemiología permite establecer relaciones causales entre la exposición a ciertos factores, como la obesidad, el sedentarismo o la hipertensión y la aparición de enfermedades crónicas. Además, posibilita el diseño de intervenciones preventivas más eficaces y la evaluación de su impacto. La evidencia epidemiológica ha sido crucial para demostrar la relación entre el déficit de vitamina D y un mayor riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares (Parrales *et al.*, 2025).

- El enfoque psicosocial analiza cómo los factores psicológicos y sociales influyen en la aparición y progresión de las ENT. Este enfoque resalta que el estrés, las emociones negativas, los hábitos adquiridos y el apoyo social inciden directamente en la salud. Fernández Barra (2025) sostiene que las condiciones de vida y los contextos sociales adversos, como el aislamiento o la inseguridad económica, pueden potenciar comportamientos de riesgo y disminuir la adherencia a los tratamientos. Desde esta perspectiva, la salud se concibe como un proceso dinámico que depende no solo de la biología individual, sino también de las interacciones y los entornos sociales.
- El enfoque sociológico, en cambio, profundiza en las desigualdades estructurales que determinan la salud. Considera que la posición socioeconómica, el nivel educativo, las condiciones de vivienda y el acceso a servicios básicos son factores determinantes que explican la desigual distribución de las ENT. Según la OPS (2023), las políticas de salud deben incorporar los determinantes sociales para garantizar una respuesta intersectorial más equitativa. En América Latina, las brechas sociales se asocian con una mayor carga de enfermedades crónicas entre los grupos más vulnerables, lo que demuestra que la salud está estrechamente vinculada con la justicia social y la distribución del poder (OPS, 2023).
- El enfoque económico aborda las ENT desde la perspectiva de los costos y la sostenibilidad de los sistemas de salud. Las enfermedades crónicas constituyen una carga económica considerable para las familias y los Estados, debido a su carácter prolongado y a la necesidad de tratamientos continuos. Morla (2020) enfatiza que los factores económicos, como la pobreza, el desempleo y el alto costo de los alimentos saludables influyen directamente en la prevalencia y el control de las ENT. A la vez, Parrales *et al.* (2025) advierten que la inversión en prevención resulta mucho más costo-efectiva que el tratamiento de las complicaciones crónicas, lo que hace urgente fortalecer las políticas públicas orientadas a la promoción de la salud y la equidad.

En síntesis, las ENT deben analizarse desde una perspectiva integral y multidimensional, en la que se articulen los enfoques multifactorial, epidemiológico, psicosocial, sociológico y económico. Cada uno aporta una comprensión complementaria del fenómeno, lo que permite no solo identificar las causas, sino también orientar estrategias preventivas y políticas públicas más justas y efectivas.

1.3.1.5. Modelo de promoción de la salud de Nola Pender

Pender (2011) desarrolló un modelo teórico orientado a la promoción de conductas saludables, con base en la interacción entre las características personales, las experiencias previas y los factores que influyen en la motivación del individuo. Este modelo sostiene que la adopción de conductas saludables, como la exposición solar responsable, la suplementación oportuna y la alimentación balanceada depende de la percepción de beneficios, barreras y autoeficacia del sujeto.

Su aplicación en la atención primaria permite diseñar estrategias educativas que fomentan cambios de comportamiento sostenibles, refuerzan la adherencia al tratamiento y previenen las recaídas (Pender, 2011). En el contexto de la deficiencia de vitamina D, el modelo de Pender complementa la teoría de Orem al enfatizar la motivación, el empoderamiento y la toma de decisiones informadas como elementos clave en la prevención y el tratamiento.

Por otra parte, Walker *et al.* (2010) destacan que las intervenciones con base en modelos de promoción de la salud mejoran la adherencia a la suplementación y la modificación de hábitos alimenticios, mientras que Schwarzer (2008) resalta la importancia de la autoeficacia percibida como predictor del éxito en la adopción de conductas saludables. En el caso de la deficiencia de vitamina D, estas perspectivas sugieren que la educación sanitaria debe ir más allá de la indicación médica, integrando estrategias motivacionales y refuerzos conductuales para asegurar un impacto sostenible.

A pesar de sus fortalezas, el modelo de Pender puede enfrentar limitaciones en contextos de recursos restringidos, donde la disponibilidad de suplementos, la

exposición solar segura y la educación nutricional resultan desiguales. Por esto, su implementación requiere adaptación local, coordinación intersectorial y monitoreo continuo para garantizar la equidad y la eficacia de las intervenciones, en consonancia con los principios de bioética y buenas prácticas clínicas.

1.3.1.6. Modelo de salud del individuo según Lalonde (1974)- Ampliación

El modelo de salud del Individuo, propuesto por Lalonde (1974), sostiene que la salud depende de la interacción entre cuatro determinantes principales: biología humana, ambiente, estilo de vida y servicios de salud. Este enfoque destaca que los factores no médicos, como los comportamientos individuales y las condiciones ambientales, influyen de manera significativa en la salud, complementando la perspectiva biomédica tradicional centrada exclusivamente en la enfermedad.

Aplicación en el manejo de la deficiencia de vitamina D:

- Biología humana: edad, sexo, pigmentación de la piel y condiciones médicas que afectan la absorción o el metabolismo de la vitamina D.
- Ambiente: nivel de exposición solar, contaminación atmosférica, clima y geografía que limitan la síntesis cutánea de vitamina D.
- Estilo de vida: alimentación, suplementación, actividad física, adherencia a las recomendaciones médicas y hábitos de autocuidado.
- Servicios de salud: acceso a la atención primaria, disponibilidad de tamizaje, educación nutricional y seguimiento clínico sistemático.

Comparación con otros autores:

- Determinantes sociales de la salud: Marmot (2005) enfatiza que la inequidad social y las condiciones socioeconómicas inciden de manera directa en la salud. Al aplicar este enfoque a la deficiencia de vitamina D, se reconoce que las personas con menor acceso a alimentos fortificados o a atención médica pueden estar en mayor riesgo.

- Modelo ecológico de Bronfenbrenner (1979): propone que la salud está influida por múltiples niveles: individual, interpersonal, comunitario y societal. Este modelo amplía la perspectiva de Lalonde al considerar cómo las políticas públicas, la educación y el entorno social inciden en la prevención y el tratamiento de las deficiencias nutricionales.
- OMS (2010) sobre determinantes de la salud: se destaca la interacción entre factores ambientales, biológicos y de servicios de salud y refuerza la necesidad de intervenciones integradas para abordar problemas como la deficiencia de vitamina D.

Análisis crítico:

- Fortalezas: el modelo de Lalonde resulta útil para identificar diversos determinantes de la deficiencia de vitamina D y justificar intervenciones integrales que incluyan prevención, educación y acceso a servicios de salud. Su simplicidad facilita la comprensión y la comunicación con los equipos de atención primaria.
- Limitaciones: aunque reconoce factores no médicos, no especifica cómo priorizar las intervenciones ni de qué forma abordar inequidades complejas. En comparación con el modelo ecológico, carece de un enfoque sistemático que integre los niveles sociales y comunitarios de influencia. Además, no profundiza en los determinantes psicológicos o motivacionales que afectan la adherencia al tratamiento.
- Oportunidad de integración: la combinación del modelo de Lalonde con enfoques biopsicosociales (Engel, 1977) y ecológicos proporciona un marco más completo para diseñar flujogramas clínicos y estrategias educativas centradas en la prevención de la deficiencia de vitamina D.

1.3.2. Integración de los modelos teóricos en la propuesta de abordaje clínico

Esta articulación teórica respalda la pertinencia de diseñar un flujograma clínico adaptado al sistema de salud costarricense, orientado a la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la deficiencia de vitamina D desde la atención primaria. La integración de diversos marcos teóricos permite construir un abordaje clínico integral, centrado en la persona que se basa en la evidencia y alineado con los principios de buenas prácticas clínicas y bioética, lo que garantiza una atención segura, efectiva y equitativa.

- Modelo de atención primaria en salud (APS): proporciona la estructura organizacional y operativa de los equipos de salud (médicos, enfermería y nutricionistas) para implementar estrategias preventivas, diagnósticas y de seguimiento continuo. Su enfoque centrado en la persona y la comunidad garantiza la accesibilidad, continuidad y equidad en la atención (OMS, 2018; CCSS, 2020).
- Modelo biopsicosocial (Engel, 1977): amplía la comprensión de la salud más allá de los factores biológicos, al considerar determinantes psicológicos y sociales que influyen en la deficiencia de vitamina D, como la adherencia al tratamiento, la percepción del autocuidado, el nivel educativo y los hábitos de vida. Esta perspectiva permite un abordaje interdisciplinario y holístico, lo que reduce los riesgos de intervenciones inadecuadas o de sobredosificación.
- Teoría del autocuidado de Orem (2001): fundamenta la educación para la salud y el empoderamiento del paciente, lo que promueve la responsabilidad activa en el mantenimiento de su bienestar. Se aplica directamente a la adherencia a la suplementación, la exposición solar responsable y el seguimiento nutricional, asegurando la corresponsabilidad entre el paciente y el sistema de salud.

- Modelo de promoción de la salud de Pender (2011): refuerza la motivación, la percepción de beneficios y la autoeficacia, elementos clave para que los individuos adopten conductas saludables sostenibles, como cambios en la dieta, exposición solar controlada y adherencia al tratamiento.
- Modelo de salud del individuo de Lalonde (1974): integra factores biológicos, ambientales, de estilo de vida y servicios de salud, lo que permite identificar determinantes de riesgo en el ámbito poblacional y comunitario, así como orientar intervenciones preventivas costo-efectivas.

La articulación de estos modelos permite un abordaje clínico que no solo atiende la deficiencia de vitamina D desde lo biomédico, sino que también integra la dimensión educativa, conductual, social y poblacional. Esta combinación respalda la creación de un flujograma clínico adaptado al sistema de salud costarricense, que optimice la detección temprana, minimice riesgos de sobredosificación por automedicación, reduzca intervenciones innecesarias y promueva decisiones clínicas éticas y, con base en evidencia, en línea con la bioética y las buenas prácticas clínicas.

1.4. Conceptos clave

1.4.1. Concepto de vitamina D

La vitamina D es un micronutriente liposoluble esencial para el mantenimiento de la homeostasis del calcio y el fósforo y cumple un papel fundamental en la mineralización ósea y la función neuromuscular. Más que una vitamina, se considera una hormona, ya que su forma activa —la 1,25-dihidroxitamina D o calcitriol— actúa como un modulador endocrino que regula la expresión génica en múltiples tejidos (Holick, 2007). Existen dos formas principales: la vitamina D₂ (ergocalciferol), de origen vegetal y la D₃ (colecalfiferol), que se sintetiza en la piel por acción de la radiación ultravioleta B (UVB) o se adquiere a través de alimentos de origen animal (Pludowski *et al.*, 2018).

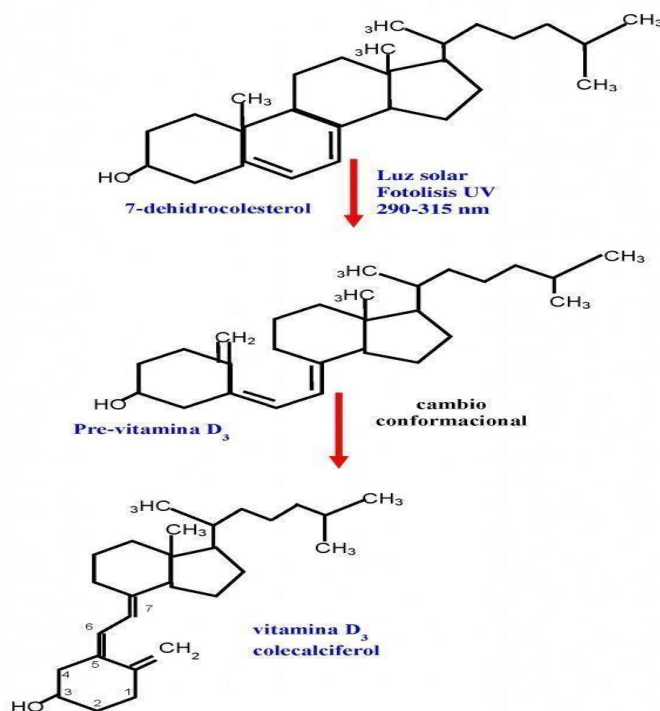
Tras su síntesis o ingestión, la vitamina D experimenta dos hidroxilaciones: una en el hígado, donde se forma la 25-hidroxitamina D o calcidiol, que es la

manera circulante que se utiliza para evaluar el estatus corporal, y otra en el riñón, donde se produce la 1,25-dihidroxit vitamina D, que constituye su forma activa (Holick, 2007).

1.4.2. Nomenclatura y estructura química de la vitamina D

Figura 3

Estructura química de la vitamina D en distintas fases



Nota. Tomado de "La vitamina D: todo lo que hay que saber". <https://cienciaybiologia.com/vitamina-d/>

La acción de la vitamina D es directa en el mantenimiento de los niveles plasmáticos normales de calcio (Ca⁺⁺) y fosfato inorgánico (Pi), lo que incrementa su absorción en el intestino. Esta vitamina también desempeña un papel fundamental en la formación ósea. La vitamina D se considera una hormona, ya que se sintetiza en el organismo (aunque no en una glándula endocrina), se transporta por la sangre y actúa sobre determinadas células. Al mismo tiempo, se clasifica como vitamina, debido a que, en caso de deficiencia, debe incorporarse a través de la dieta para prevenir ciertas manifestaciones patológicas (Rosas-Peralta *et al.*, 2017).

Las dos formas principales de la vitamina D son el colecalciferol (vitamina D₃), que deriva del colesterol y se sintetiza por los organismos animales y el ergocalciferol (vitamina D₂), que deriva del ergosterol y está presente en vegetales como los hongos. La vitamina D, también conocida como la vitamina del sol, pertenece al grupo de las vitaminas liposolubles, es decir, aquellas que se almacenan en la grasa corporal (Rosas-Peralta *et al.*, 2017).

Esta consideración como hormona se fundamenta en varias características clave: el calcitriol se une a receptores específicos de vitamina D (VDR) presentes en casi todos los tejidos del organismo, lo que incluye intestino, hueso, músculo, sistema inmunológico y órganos no tradicionales; ejerce función endocrina al activarse en el riñón y luego actuar sistemáticamente para regular el metabolismo del calcio-fosfato, la proliferación celular, la diferenciación y la actividad inmunológica. Además, su producción está regulada no solo por la ingesta dietética, sino por mecanismos hormonales como la parathormona (PTH), el nivel de fósforo y el estado renal, lo que refuerza su papel típico de hormona más que de simple vitamina (Ross *et al.*, 2011).

En cuanto a su estructura, la vitamina D es un secosteroide liposoluble derivado de esteroides con el anillo B abierto, lo que le otorga propiedades bioquímicas únicas.

- Vitamina D₂ (ergocalciferol): de origen vegetal, presenta un grupo metilo adicional en el carbono 24 y un doble enlace en la cadena lateral.
- Vitamina D₃ (colecalciferol): derivada de la piel mediante radiación UVB sobre el 7-dehidrocolesterol; su cadena lateral le otorga mayor afinidad biológica que la D₂.

Ambas formas presentan cuatro anillos fusionados (A, C, D y un anillo B abierto), una cadena lateral lipofílica y grupos hidroxilo que se añaden durante su activación en hígado y riñón, lo que permite la unión a receptores específicos de vitamina D (VDR) y la acción hormonal en diversos tejidos. Además, su carácter liposoluble permite su almacenamiento en el tejido adiposo y hepático, lo que

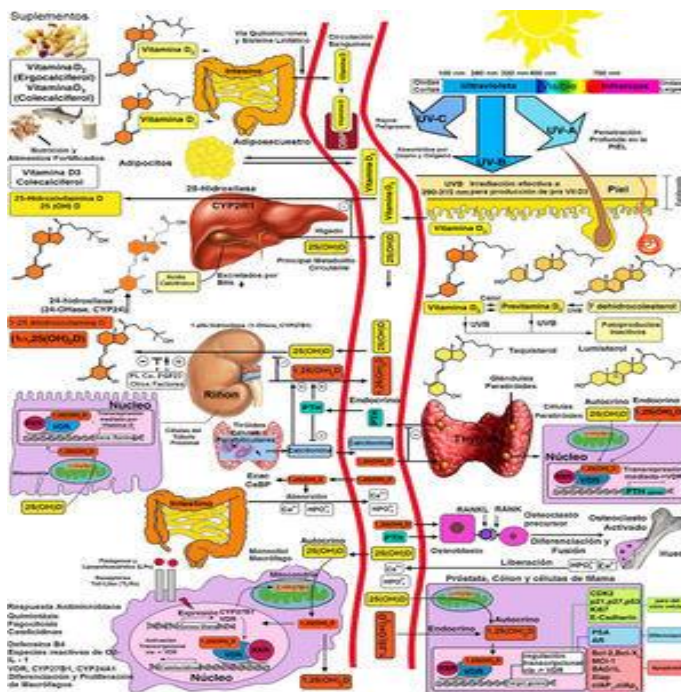
asegura su disponibilidad durante períodos de baja exposición solar o de ingesta insuficiente (Pludowski *et al.*, 2018).

1.4.3. Metabolismo básico de la vitamina D

La vitamina D3 es una prohormona esteroide que se obtiene principalmente a partir de la síntesis inducida por los rayos UVB sobre el deshidrocolesterol presente en la piel.

Figura 4

Representación esquemática de la síntesis y metabolismo de la vitamina D para funciones esqueléticas y no esqueléticas. 1-OHase: 1 α -hidroxilasa de 25(OH)D; 24-OHase: 24 hidroxilasa; 25(OH)D: 25-hidroxivitamina D; 1,25(OH) $_2$ D: 1,25-dihidroxivitamina D; CaBP: proteína de unión al calcio; DBP: proteína de unión a vitamina D; ECaC: canal de calcio epitelial; FGF-23: factor de crecimiento de fibroblasto-23; PTH: hormona paratiroidea; RANK: receptor activador del factor nuclear kB (NFkB), RANKL: ligando del receptor activador del NFkB; RXR: receptor del ácido retinoico; TLR2/1: receptor Toll-like 2/1; VDR: receptor de vitamina D; vitamina D: vitamina D2 o D3



Nota. ©Copyright Holick MF, 2013, coautor del presente trabajo. Hossein-Nezhad y Holick (2013).

La síntesis endógena constituye la principal fuente de vitamina D en el organismo y representa aproximadamente el 80 % del total de esta vitamina. Tras su síntesis en la piel o su absorción a través de la dieta, la vitamina D se transporta

al hígado por una proteína de unión específica, donde se hidroxila a 25-hidroxitamina D. Esta forma inactiva es el principal metabolito circulante en la sangre y se emplea para la clasificación del estado de la vitamina D (Van Schoor y Lips, 2011; Holick *et al.*, 2012).

Predominantemente, en los riñones, la 25-hidroxitamina D₃ se hidroxila a su metabolito más activo, la 1 α ,25(OH)₂D₃, mediante la enzima 1 α -hidroxilasa (1 α -OHasa). Se demuestra que esta 1 α -hidroxilación también puede ocurrir de manera extrarrenal en diversos tejidos del organismo, lo que amplía su función más allá del metabolismo óseo (Holick *et al.*, 2012). Este hallazgo ha llevado a suponer que la vitamina D desempeña un papel más amplio en la salud general, lo que incluye la función de otros tejidos, además del sistema musculoesquelético, entre los que destacan el corazón y los vasos sanguíneos (Tomaschitz *et al.*, 2010; Bjelakovic *et al.*, 2014; Chowdhury *et al.*, 2014).

1.4.4. Inflamación y deficiencia de vitamina D

La deficiencia y la insuficiencia de vitamina D presentan una alta prevalencia en el ámbito mundial. Se estima que más de la mitad de la población tiene niveles séricos inferiores a 30 ng/ml (Tomaschitz *et al.*, 2010; Bjelakovic *et al.*, 2014). No obstante, en países como México, aún se desconoce su prevalencia específica, lo que debe alertar a la comunidad médica y científica sobre la necesidad de realizar estudios poblacionales más amplios (Chowdhury *et al.*, 2014).

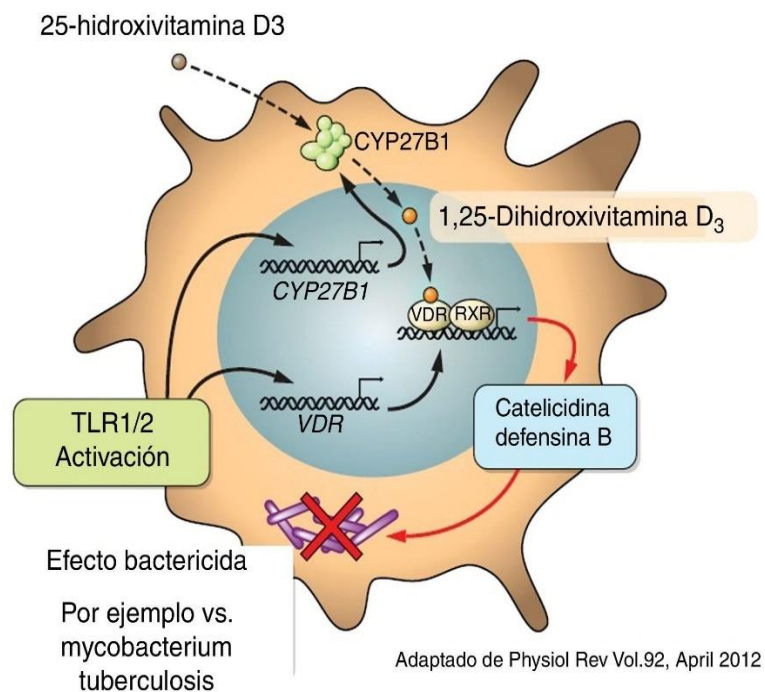
Diversos factores contribuyen al déficit, entre ellos el aumento de la edad, el sexo femenino, la pigmentación cutánea más oscura, la reducción de la exposición solar, la variación estacional y la distancia geográfica respecto al ecuador (Macdonald *et al.*, 2011). Un factor adicional de relevancia creciente es la contaminación ambiental, que puede interferir en la síntesis cutánea de vitamina D al reducir la penetración de la radiación ultravioleta B (UVB) (Couchman *et al.*, 2012; Heijboer *et al.*, 2012; Grandi *et al.*, 2010).

Por lo tanto, se requiere una mayor investigación sobre el impacto de la contaminación atmosférica y otros factores geodemográficos en la deficiencia de

vitamina D, especialmente en regiones con altos niveles de polución y baja exposición solar.

Figura 5

Prevalencia informada de la deficiencia de vitamina D, definida como un nivel de 25-hidroxivitamina D inferior a 20 ng/ml en la población mundial de mujeres embarazadas y población general. Nótese que en Latinoamérica falta información. Para convertir 25(OH)D valores en nmol/L, multiplique por 2.496



Nota. ©Copyright Holick, 2013, reproducido con permiso (Hosseini-Nezhad y Holick, 2013).

1.4.5. Funciones biológicas de la vitamina D

Además de su efecto clásico sobre el metabolismo óseo, la vitamina D cumple funciones pleiotrópicas, ya que actúa sobre receptores nucleares presentes en células del sistema inmune, musculoesquelético, páncreas, tejido adiposo y cardiovascular (Holick, 2007; Lips, 2010).

Entre sus principales funciones se destacan:

- Mantenimiento de la salud ósea: favorece la absorción intestinal de calcio y fósforo y regula el remodelado óseo.
- Función inmunomoduladora: interviene en la activación de linfocitos T y en la producción de péptidos antimicrobianos.

- Rol en la función cardiovascular: la deficiencia se asocia con hipertensión y un aumento del riesgo cardiovascular (Pludowski *et al.*, 2018).
- Efecto sobre el sistema endocrino: influye en la secreción de insulina y en la sensibilidad periférica a esta hormona (Holick, 2007).
- Función sobre el sistema muscular: la vitamina D es esencial para la función muscular, ya que favorece la contracción y la fuerza del musculoesquelético. Su déficit se asocia con debilidad muscular y un mayor riesgo de caídas, especialmente en adultos mayores (Lips, 2010).
- Regulación de procesos inflamatorios y autoinmunes: la vitamina D modula la expresión de genes que se relacionan con la inflamación, reduce la producción de citocinas proinflamatorias y disminuye el riesgo de enfermedades autoinmunes como la esclerosis múltiple, la artritis reumatoide y el lupus eritematoso sistémico (Holick, 2007; Pludowski *et al.*, 2018).
- Participación en la función pulmonar: evidencias recientes sugieren que la vitamina D contribuye a la homeostasis pulmonar y a la protección frente a infecciones respiratorias agudas, lo que incluye COVID-19, mediante la regulación de la respuesta inflamatoria y la integridad del epitelio respiratorio (Meltzer *et al.*, 2020).

1.4.6. Funciones sistémicas y evidencia sobre mortalidad

El artículo de Wimalawansa (2023) contiene información sumamente relevante para el desarrollo de esta investigación, especialmente porque:

- Describe el papel histórico y biológico integral de la vitamina D.
- Incluye evidencia de metaanálisis y estudios multicéntricos sobre la relación entre déficit y mortalidad por todas las causas.
- Expande los beneficios de la vitamina D más allá del sistema óseo-muscular, hacia la inmunidad, la inflamación y las enfermedades crónicas.

La vitamina D ha dejado de considerarse exclusivamente una hormona relacionada con la mineralización ósea para reconocerse como un modulador sistémico con funciones endocrinas, paracrinas y autocrinas en casi todos los tejidos del cuerpo (Wimalawansa, 2023). Su descubrimiento se remonta a principios del siglo XX, cuando se identificó su papel en la prevención del raquitismo. No obstante, la evidencia acumulada en las últimas décadas demuestra que los receptores de vitamina D (VDR) están presentes en más de 30 tipos celulares, lo que explica sus efectos en múltiples órganos, más allá del hueso y el músculo.

Wimalawansa (2023) señala que la deficiencia de vitamina D representa un problema de salud pública en el ámbito global, con prevalencias superiores al 40 % en adultos de diversas regiones del mundo. Este déficit se relaciona con disfunciones metabólicas, inmunológicas y cardiovasculares que aumentan el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. El autor subraya que mantener concentraciones séricas adecuadas de 25(OH)D por encima de 30-40 ng/ml se asocia con una menor incidencia de diabetes tipo 2, hipertensión, síndrome metabólico, enfermedad renal crónica y ciertos tipos de cáncer.

Uno de los hallazgos más relevantes para la práctica clínica es la relación entre la deficiencia de vitamina D y el aumento del riesgo de mortalidad por todas las causas. Wimalawansa (2023) indica que múltiples metaanálisis y estudios multicéntricos internacionales han documentado que las personas con niveles séricos bajos de vitamina D (< 20 ng/ml) presentan un riesgo significativamente mayor de muerte por causas cardiovasculares, infecciosas y metabólicas. Según el autor, esta evidencia se basa en una síntesis de más de 60 estudios epidemiológicos y metaanálisis que abarcan poblaciones de diferentes edades y regiones, cuyos resultados coinciden en mostrar una relación inversa entre el estatus de vitamina D y la mortalidad general.

El mecanismo fisiopatológico subyacente se explica por la capacidad de la vitamina D para regular la expresión de genes involucrados en la respuesta inflamatoria y el estrés oxidativo, lo que disminuye los procesos que aceleran el envejecimiento celular y la progresión de enfermedades crónicas. En consecuencia,

mantener niveles suficientes de vitamina D no solo favorece la salud musculoesquelética, sino que también mejora la función inmunitaria, reduce la inflamación sistémica y puede contribuir a la disminución de la mortalidad global.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de que los sistemas de atención primaria incluyan estrategias de tamizaje y suplementación de vitamina D, especialmente en grupos con factores de riesgo como la baja exposición solar, la obesidad, el envejecimiento y las comorbilidades metabólicas. En el contexto costarricense, la incorporación de protocolos de evaluación y tratamiento puede traducirse en una intervención costo-efectiva orientada a la prevención de múltiples enfermedades crónicas desde un enfoque integral de salud pública.

1.4.7. Deficiencia de vitamina D: definición y clasificación

La deficiencia de vitamina D se define como un nivel sérico de 25(OH)D inferior a 20 ng/ml (50 nmol/L), mientras que los niveles entre 20 y 30 ng/ml se consideran insuficientes y los valores superiores a 30 ng/ml se consideran adecuados (Pludowski *et al.*, 2018). Diversas sociedades médicas, como la Endocrine Society y el Institute of Medicine (IOM), coinciden en estos puntos de corte, aunque existen diferencias menores entre las guías clínicas internacionales (Lips, 2010).

La deficiencia de vitamina D se puede clasificar en dos tipos principales:

1. Déficit congénito: se debe a alteraciones genéticas que afectan la síntesis, el transporte o la acción de la vitamina D y sus metabolitos. Este tipo es poco frecuente y suele manifestarse desde la infancia con hipocalcemia, raquitismo o retraso en la mineralización ósea (Holick, 2007).
2. Déficit adquirido: es más común en la población adulta y, generalmente, se relaciona con una exposición solar insuficiente, una ingesta dietética inadecuada, obesidad, malabsorción intestinal, enfermedades hepáticas o renales, así como con el uso de ciertos fármacos que afectan el metabolismo de la vitamina D (Pludowski *et al.*, 2018; Lips, 2010).

Los factores de riesgo generales incluyen la edad avanzada, piel oscura, confinamiento prolongado en interiores, vida sedentaria, baja exposición a la luz solar, uso frecuente de bloqueador solar, dietas deficientes en vitamina D y ciertas enfermedades crónicas, como insuficiencia renal, cirrosis hepática y enfermedades inflamatorias intestinales. La identificación de estos factores permite orientar el tamizaje y las estrategias de prevención (Ross *et al.*, 2011).

Es importante señalar que no existe un consenso absoluto respecto a los valores óptimos de 25(OH)D. Por ejemplo, estudios recientes establecen que concentraciones ≤ 20 ng/ml (50 nmol/L) indican deficiencia, entre 20 y 30 ng/ml (50-75 nmol/L) un estado subóptimo y ≥ 30 ng/ml (75 nmol/L) una situación adecuada o incluso óptima para la mayoría de la población. Estas definiciones permiten un margen mayor al tradicional < 20 ng/ml para deficiencia estricta (Płudowski *et al.*, 2023).

Por lo tanto, aunque el punto de corte < 20 ng/ml se mantiene en muchas guías, la literatura señala que los niveles entre 20-30 ng/ml merecen consideración clínica, tanto para prevención como para intervención, especialmente en poblaciones riesgo (Płudowski *et al.*, 2023). En cuanto a la clasificación clínica, más allá de los simples rangos de laboratorio, se recomienda diferenciar según la gravedad y el contexto clínico:

- Deficiencia leve: 25(OH)D entre aproximadamente 12-20 ng/ml (30-50 nmol/L). Algunos estudios muestran que niveles < 12 ng/ml (< 30 nmol/L) se asocian con aumentos marcados de morbilidad y mortalidad (Amrein *et al.*, 2020).
- Deficiencia severa: 25(OH)D < 12 ng/ml (< 30 nmol/L). En esta categoría se observa mayor riesgo de complicaciones óseas, musculares y sistémicas (Amrein *et al.*, 2020).
- Esta subdivisión permite priorizar intervención en quienes presentan niveles muy bajos, sin relegar a otros con niveles *insuficientes*.

Los factores de riesgo para la deficiencia de vitamina D han sido ampliamente estudiados. Una revisión reciente describe los dos predictores más importantes de niveles bajos de 25(OH)D: la radiación ultravioleta (UV) ambiental y la ingesta total de vitamina D, ya sea dietética o suplementaria. Otros predictores relevantes son el tiempo pasado al aire libre, el índice de masa corporal (IMC), la calidad de vida y la actividad física (Giustina *et al.*, 2024).

Asimismo, investigaciones en la población gestante y adulta han demostrado que edad avanzada, obesidad, hiperlipemia y mayor paridad también se asocian con mayor prevalencia de deficiencia de vitamina D (Yang *et al.*, 2021). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de un enfoque preventivo, orientado a la identificación de grupos de riesgo y a la implementación de estrategias de exposición solar, suplementación y fortificación alimentaria.

Desde el punto de vista clínico, la deficiencia de vitamina D, además de sus efectos clásicos sobre la salud ósea, se asocia con una mayor probabilidad de desarrollar enfermedades crónicas como hipertensión, síndrome metabólico, diabetes tipo 2 y aterosclerosis (Mandarino *et al.*, 2015). Aunque las investigaciones aún presentan limitaciones metodológicas y la relación de causalidad no se encuentra completamente establecida, la evidencia sugiere que mantener niveles adecuados de 25(OH)D puede desempeñar un papel en la prevención de dichas condiciones (Krist *et al.*, 2021).

Por lo tanto, la definición y clasificación de la deficiencia debe entenderse no solo como un término bioquímico, sino como un marcador potencial de salud que conviene abordar dentro de estrategias integrales de prevención.

1.4.8. Epidemiología y factores asociados

En el ámbito mundial, se estima que cerca de mil millones de personas presentan deficiencia o insuficiencia de vitamina D (Holick, 2007). Esta prevalencia se eleva incluso en países tropicales, debido a factores como el uso de bloqueadores solares, la vestimenta que limita la exposición solar, la vida sedentaria

en interiores, la contaminación ambiental y los cambios dietéticos (Pludowski *et al.*, 2018).

La deficiencia de vitamina D constituye un problema de salud pública de carácter global, con una prevalencia estimada entre el 30 % y el 80 % de la población mundial, según la región geográfica, el grupo etario y las condiciones climáticas (Holick *et al.*, 2011). En América Latina, estudios recientes reportan una prevalencia promedio del 50 % de deficiencia de vitamina D en adultos, lo que representa un desafío significativo para los sistemas de salud debido a su asociación con múltiples enfermedades crónicas (Gómez y Herrera, 2021).

En América Latina, estudios realizados en adultos reportan prevalencias que varían entre el 30 % y el 60 % (Villalta y Rodríguez, 2021). En Costa Rica, investigaciones locales han identificado concentraciones séricas deficientes en grupos de riesgo, como adultos mayores, mujeres posmenopáusicas y pacientes con enfermedades crónicas (Castro-Bonilla, 2023).

- Escasa exposición al sol o uso excesivo de protector solar.
- Obesidad, debido al secuestro de vitamina D en el tejido adiposo.
- Enfermedades hepáticas o renales crónicas que alteran el metabolismo.
- Malabsorción intestinal en patologías como la enfermedad celíaca o la enfermedad inflamatoria intestinal.
- Edad avanzada, debido a la menor capacidad cutánea de síntesis (Holick, 2007).

En Costa Rica, aunque los datos nacionales aún son limitados, investigaciones realizadas en poblaciones específicas, como adultos mayores y mujeres en edad fértil, han mostrado niveles séricos por debajo de 20 ng/ml en un porcentaje considerable de las personas participantes, especialmente en zonas urbanas donde la exposición solar es reducida (Ramírez *et al.*, 2022). Este hallazgo resulta relevante en un país tropical, lo que sugiere que factores de comportamiento

y estilo de vida, más que las condiciones geográficas, pueden desempeñar un papel determinante en la prevalencia del déficit.

Estudios recientes han explorado en profundidad la relación entre la deficiencia de vitamina D y las enfermedades crónicas no transmisibles, como la obesidad, la diabetes, la hipertensión y el síndrome metabólico. Aunque la literatura aún no presenta un mecanismo completamente comprobado, se han propuesto varias teorías. Por ejemplo, la vitamina D puede influir en la resistencia a la insulina, el metabolismo del calcio y la inflamación crónica, lo que explicaría su asociación con la diabetes y la obesidad (Pludowski *et al.*, 2018; PMC9132394).

La obesidad se destaca como un factor de riesgo importante: estudios multicéntricos y metaanálisis han demostrado que, a mayor índice de masa corporal, aumenta la probabilidad de presentar déficit de vitamina D, debido principalmente al secuestro de la vitamina en el tejido adiposo y a la menor disponibilidad circulante (Vinv UCR, 2023; PMC12567385).

El estudio de Castro-Bonilla (2023) evaluó la prevalencia de hipovitaminosis D3, así como sus características clínicas y bioquímicas, en 118 universitarios costarricenses sanos de ambos sexos, con edades comprendidas entre 18 y 43 años. Los resultados indicaron que el 25 % de las personas participantes presentaba deficiencia de 25 OH-vitamina D (<30 ng/ml), sin diferencias significativas entre sexos, con una concentración media de 36,2 ng/ml y un rango de 14,5 a 59,5 ng/ml.

La insuficiencia leve (21–29 ng/ml) se observó en 26 estudiantes y la deficiencia grave (<20 ng/ml) en 4, sin que se registraran casos de hipervitaminosis. Las personas estudiantes con deficiencias presentaron niveles más altos de insulina ($10,9 \pm 7,4$ vs. $8,3 \pm 4,1$ μ UI/ml; $p = 0,017$) y mayor resistencia a la insulina según HOMA-IR ($2,48 \pm 1,86$ vs. $1,85 \pm 0,3$; $p = 0,002$). Además, cerca de la mitad de las personas discentes reportó antecedentes familiares de diabetes *mellitus* (49.2 %) e hipertensión arterial (52.9 %) y el 29 % presentó sobrepeso u obesidad. Estos hallazgos sugieren que la deficiencia de vitamina D3 en jóvenes costarricenses se asocia con alteraciones metabólicas tempranas y que la presencia de factores de

riesgo familiares puede aumentar su vulnerabilidad a desarrollar diabetes y enfermedades cardiovasculares en el futuro.

En la tabla del estudio se evidenció que, a mayor índice de masa corporal, aumentaba la proporción de participantes con niveles séricos por debajo de 20 ng/ml, lo que resalta la importancia de priorizar el tamizaje en estos pacientes desde la atención primaria (Castro-Bonilla, 2023).

Cuadro 1

Características generales, antropométricas, antecedentes familiares y parámetros bioquímicos de la población en estudio

Variables	Total de la población (n = 118) medidas de variabilidad (X ± DS)
Edad (años)**:	22 (20-26) (18-43)
Peso (kg):	63,4 ± 13,4 (38,7-100,5)
Talla (m):	1,65 ± 0,10 (1,35-1,90)
IMC:	23,3 ± 3,8 (15,4-33,8)
Se expone al sol (%):	59,2
Tiempo exposición al sol (horas/semana) **:	5,5 (3-11,5) (0,3-48,0)
Utiliza protector solar (%):	53,3
Sufre caídas regularmente (%):	4,2
Fracturas (%):	28,6
Antecedentes familiares	
Diabetes (%):	49,2
Enfermedades del corazón (%):	20,2

Hipertensión arterial (%):	52,9
Cáncer (%):	32,8

Parámetros bioquímicos

25 OH-vitamina D (ng/ml):	36,2 ± 9,8 (14,5-59,5)
Hormona paratiroidea (pg/ml):	32,1 ± 11,8 (13,6-92,4)
Calcio sérico (mg/ml):	9,4 ± 0,6 (8,4-10,8)
Fosfato (mg/dl):	4,0 ± 0,5 (2,8-5,9)
Glucosa (mg/dl):	89,7 ± 6,8 (75,3-109,9)
Insulina (μUI/ml):	9,0 ± 5,2 (2,8-34,9)
IgE (UI/ml)*:	18,4 (9,4-153,1) (8,0-955,0)
Índice HOMA IR :	2,0 ± 1,3 (0,6-9,1)

Las variables con distribución paramétrica se expresan como promedio ± DS (valor mínimo-valor máximo).

X = promedio de la variable; n = número de participantes; DS = desviación estándar.

** = variables con distribución no paramétrica; mediana (P16-P84) (valor mínimo-valor máximo).

En el estudio participaron 118 adultos con una edad promedio de 22 años, sin diferencias significativas por sexo. El 46 % de las personas participantes era de sexo masculino y el 54 % de sexo femenino. El 63 % de las personas estudiantes presentó un estado nutricional normal, el 8 % tenía bajo peso, el 22 % sobrepeso y el 7 % obesidad. El 80.8 % de los individuos pertenecía a un nivel socioeconómico medio. Cerca de la mitad de las personas discentes reportaron antecedentes familiares de diabetes *mellitus* (49.2 %) e hipertensión arterial (52.9 %) (véase el Cuadro 1).

Al comparar únicamente a hombres y mujeres, se observaron diferencias significativas en las variables de peso (70,6 ± 3,5 kg vs. 57,1 ± 9,7 kg; p < 0,001), talla (1,73 ± 0,07 m vs. 1,58 ± 0,06 m; p < 0,001), calcio sérico (9,6 ± 0,6 mg/ml vs. 9,3 ± 0,6 mg/ml; p = 0,007) y glucosa (92,3 ± 7,2 mg/dl vs. 87,5 ± 5,7 mg/dl;

$p < 0,001$), respectivamente. Una mayor proporción de mujeres utiliza protector solar en comparación con los hombres, aunque la diferencia no resultó significativa (61.5 % vs. 43.6 %; $p = 0,076$).

En las personas con hipovitaminosis D, no se observó un aumento significativo de PTH, hipercalcemias, bajo peso en los individuos ni en el número de caídas o fracturas; tampoco se registró un menor tiempo de exposición al sol.

Cuadro 2

Características generales, antropométricas, antecedentes familiares y parámetros bioquímicos de la población según niveles séricos de 25 OH-vitamina D

Variable	25-OH vitamina D sérica disminuida (n = 28)	25 OH-vitamina D sérica normal (n = 90)	Valor de p*
	Medida de variabilidad	Medida de variabilidad	
Edad (años)**:	22 (20,0-26,0) (18-43)	23 (20,0-26,0) (18-39)	0,956
Peso (kg):	64,3 ± 14,1 (43,0-94,5)	63,1 ± 13,3 (38,7-100,5)	0,674
Talla (m):	1,67 ± 0,09 (1,50-1,86)	1,64 ± 0,10 (1,35-1,9)	0,148
IMC:	23,3 ± 4,5 (15,4-33,8)	23,3 ± 3,7 (16,1-33,5)	1
	Estado nutricional (%):		
Bajo peso:	14,3	6,7	0,812
Normal:	53,6	65,6	0,338
Sobrepeso:	25,0	21,1	0,848
Obesidad:	7,1	6,7	0,731
	Otros hallazgos		
Se expone al sol (%):	53,3	61,1	0,59

Tiempo exposición al sol (horas/semana) **:	6,0 (0,8-15,7) (0,3-30,0)	5,5 (3,0-11,0) (0,3-48,0)	0,676
Utiliza protector solar (%):	40,0	57,8	0,139
Caídas regulares (%):	3,3	4,4	0,789
Fracturas (%):	20,7	31,1	0,39
Antecedentes familiares			
Diabetes (%):	48,3	49,4	0,915
Enfermedades corazón (%):	13,8	22,2	0,465
Presión alta (%):	44,8	55,6	0,415
Cáncer (%):	27,6	34,4	0,643
Parámetros bioquímicos			
25 OH-vitamina D (ng/ml):	24,2 ± 3,4 (14,5-29,6)	40,3 ± 7,8 (30,0-59,5)	<0,001
Hormona paratiroidea (pg/ml):	32,8 ± 9,5 (14,6-51,6)	31,9 ± 12,5 (13,6-92,4)	0,719
Calcio sérico (mg/ml):	9,5 ± 0,6 (8,5-10,8)	9,4 ± 0,6 (8,4-10,8)	0,431
Fosfato (mg/dl):	4,0 ± 0,4 (3,2-4,9)	4,0 ± 0,6 (2,8-5,9)	1
Glucosa (mg/dl):	89,7 ± 6,4 (75,3-106,0)	89,7 ± 7,0 (75,7-109,9)	1
Insulina (µUI/ml):	10,9 ± 7,4 (3,1-34,9)	8,3 ± 4,1 (2,8-30,4)	0,017
IgE (UI/ml) **:	13,4 (8,9-188,8) (8,0-743,7)	18,9 (9,4-151,7) (8,1-955,0)	0,252
Índice HOMA IR:	2,48 ± 1,86 (0,64-9,14)	1,85 ± 0,3 (0,61-6,61)	0,002

Las variables con distribución paramétrica se expresan como promedio \pm DS (valor mínimo-valor máximo) \bar{x} = promedio de la variable; n = número de participantes; DS=desviación estándar. ** = variables con distribución no paramétrica; mediana (P16-P84) (valor mínimo-valor máximo). * = significativo si $p < 0,05$ (prueba de chi-cuadrado para proporciones y Anova para variables continuas con distribución normal; prueba de Mann-Whitney para variables con distribución no paramétrica).

La concentración promedio de 25 OH-vitamina D fue de 36,2 ng/ml, con valores que oscilaron entre 14,5 y 59,5 ng/ml. La prevalencia de hipovitaminosis D (< 30 ng/ml) en la población estudiada fue del 25 % (véase el Cuadro 2), sin diferencias significativas según el sexo.

Un total de 26 estudiantes presentó insuficiencia de 25 OH-vitamina D (21-29 ng/ml) y solo 4 se clasificaron con deficiencias grave (<20 ng/ml). No se identificaron casos de hipervitaminosis D (>100 ng/ml) en la muestra de estudio.

Al comparar a los sujetos con deficiencias de 25 OH-vitamina D3 con aquellos que presentaron niveles séricos normales de esta vitamina, se observaron diferencias significativas únicamente en dos parámetros bioquímicos: insulina ($10,9 \pm 7,4$ μ UI/ml vs. $8,3 \pm 4,1$ μ UI/ml; $p = 0,017$) y el índice HOMA IR ($2,48 \pm 1,86$ vs. $1,85 \pm 0,3$; $p = 0,002$).

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de enfocar los programas de tamizaje y prevención en pacientes con factores de riesgo específicos, debido a que la detección temprana y la suplementación adecuada pueden prevenir complicaciones asociadas con enfermedades crónicas y reducir la mortalidad relacionada con el déficit de vitamina D (Controlling Chronic Diseases and Acute Infections with Vitamin D Sufficiency, s. f.; PMC9132394).

1.4.8.1. Factores asociados a la COVID-19

El artículo de Martínez Rodríguez *et al.* (2022) tuvo como objetivo evaluar la utilidad de la vitamina D para predecir la mortalidad en pacientes con COVID-19, considerando variables como la edad, el sexo, el índice de masa corporal y la concentración de vitamina D. Este tipo de investigaciones resulta de gran relevancia, ya que en este caso se evidencia que la vitamina D desempeña un papel inmunomodulador y antiinflamatorio fundamental, el cual puede influir directamente

en el curso clínico de las infecciones respiratorias, incluido el SARS-CoV-2 (Martínez Rodríguez *et al.*, 2022; Pérez *et al.*, 2021).

En el caso del adulto mayor, las comorbilidades asociadas a la COVID-19, tales como la diabetes *mellitus*, el cáncer y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), influyen de manera significativa en la evolución y el pronóstico de la enfermedad (Gómez y Herrera, 2021). Por esto, es pertinente considerar estas variables como factores de riesgo complementarios en el análisis estadístico, con el objetivo de ampliar la comprensión de los efectos que se producen en la correlación entre las comorbilidades y los niveles séricos de vitamina D en pacientes adultos mayores infectados por COVID-19 (Izaguirre-Berrios *et al.*, 2023). Algunos estudios recientes sugieren que la deficiencia de vitamina D puede exacerbar la respuesta inflamatoria y aumentar la vulnerabilidad a cuadros graves de la enfermedad (Meltzer *et al.*, 2020).

Igualmente, en el estudio analizado se estratificó a los pacientes según su concentración de vitamina D en dos grupos: ≥ 20 ng/ml y > 20 ng/ml. Sin embargo, para obtener resultados más integrales, se recomienda incluir un grupo adicional con concentraciones superiores a 30 ng/ml. Esta categoría, de acuerdo con las guías endocrinológicas, corresponde a niveles óptimos de vitamina D y permite contrastar con mayor precisión los resultados clínicos entre pacientes con deficiencias, insuficiencia y suficiencia de esta vitamina (Holick *et al.*, 2011). La comparación de estos tres rangos contribuiría a una interpretación más sólida de la relación entre la suficiencia de vitamina D y los desenlaces en COVID-19 (Pérez *et al.*, 2021).

En síntesis, se considera que la inclusión de estas variables y categorías más amplias puede generar resultados más específicos y, clínicamente, útiles, lo que optimizaría el uso del modelo de riesgos proporcionales de Cox como herramienta estadística para evaluar el impacto de la vitamina D en la mortalidad por COVID-19 (Martínez Rodríguez *et al.*, 2022). Estas observaciones pueden ser útiles para futuras investigaciones y contribuir a la elaboración de estrategias preventivas y terapéuticas que favorezcan el pronóstico de los pacientes afectados.

Por otro lado, en la entrevista transmitida por radio 96.7 FM, la Dra. Georgina Gómez Salas, máster en Bioquímica y Nutrición e investigadora de la Escuela de Medicina de la UCR, comentó los hallazgos del estudio sobre la relación entre el consumo de vitamina D y calcio y los factores de riesgo de obesidad en la población urbana costarricense. Esta investigación surge como parte del Estudio Latinoamericano de Nutrición y Salud (Elans), desarrollado en ocho países de la región con el propósito de determinar la prevalencia de obesidad. La investigadora señaló que los resultados evidenciaron una prevalencia alarmantemente alta de obesidad en Costa Rica, superada únicamente por Chile. Ante esta situación, el equipo de investigación profundizó en los posibles factores asociados e identificó la vitamina D como un elemento relevante, lo que motivó el análisis de su relación con el consumo de calcio y la obesidad.

La Dra. Gómez destacó que el calcio, además de ser esencial para la formación y el mantenimiento de huesos y dientes, cumple funciones fisiológicas fundamentales, como la señalización nerviosa, la coagulación sanguínea y la contracción muscular, por lo que su papel trasciende el aspecto estructural. En cuanto a la vitamina D, recordó que esta se sintetiza mediante la exposición solar, lo que, en un país tropical como Costa Rica, debe favorecer su producción adecuada, sin embargo, los datos indican lo contrario. Esta vitamina regula el metabolismo del calcio y, según evidencia científica reciente, una baja concentración sérica de vitamina D se asocia con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, alteraciones del sistema inmune y, más recientemente, se ha vinculado con la incidencia de cáncer, diabetes, obesidad y otras enfermedades crónicas.

Aunque en Costa Rica no se cuenta con una encuesta nacional que determine la prevalencia de deficiencia de vitamina D, diversos estudios realizados en poblaciones específicas han identificado niveles bajos de esta vitamina, lo que refuerza la necesidad de continuar investigando su papel en la salud metabólica de la población costarricense.

La evidencia indica que este déficit se asocia de manera significativa con alteraciones metabólicas, como la resistencia a la insulina y la obesidad, así como con una mayor predisposición a enfermedades crónicas no transmisibles. Por esta razón, la literatura reciente enfatiza la necesidad de incorporar el tamizaje sistemático de los niveles séricos de vitamina D en individuos con factores de riesgo, tales como obesidad, antecedentes familiares de diabetes o hipertensión y baja exposición solar, con el objetivo de detectar tempranamente las deficiencias y prevenir complicaciones metabólicas futuras.

1.4.8.2. Factores biológicos y demográficos

Entre los factores biológicos más relevantes se encuentra la edad, el sexo y el índice de masa corporal. A medida que avanza la edad, la capacidad cutánea para sintetizar vitamina D a partir de la radiación ultravioleta B disminuye progresivamente, lo que incrementa la prevalencia del déficit en adultos mayores (Meltzer *et al.*, 2020). Asimismo, las mujeres suelen presentar niveles más bajos que los hombres, posiblemente debido a diferencias hormonales y a una menor exposición al sol por ocupaciones o actividades en interiores (Pérez *et al.*, 2021).

La obesidad también se asocia de manera significativa con la deficiencia de vitamina D, ya que esta vitamina liposoluble queda retenida en el tejido adiposo, lo que reduce su biodisponibilidad (Holick *et al.*, 2011). En la población costarricense, el aumento sostenido de la obesidad y el sobrepeso refuerza la necesidad de considerar este factor en los programas de prevención y tamizaje.

1.4.8.3. Factores ambientales y conductuales

La exposición solar insuficiente constituye uno de los principales determinantes del déficit de vitamina D. Las extensas jornadas laborales en interiores, el uso de bloqueadores solares y las conductas sedentarias limitan la síntesis cutánea de esta vitamina, incluso en países tropicales (Ramírez *et al.*, 2022). A esto se añade la baja ingesta dietética de alimentos ricos en vitamina D, como pescados grasos, yema de huevo o productos fortificados, especialmente en

poblaciones de bajos recursos o con hábitos alimentarios poco variados (Gómez y Herrera, 2021).

1.4.8.4. Factores clínicos y sociales

En el ámbito clínico, las enfermedades crónicas como la diabetes *mellitus* tipo 2, la enfermedad renal crónica, las enfermedades hepáticas y las alteraciones gastrointestinales pueden interferir con la absorción o el metabolismo de la vitamina D (Holick *et al.*, 2011). Asimismo, el uso prolongado de ciertos medicamentos, como los corticoides o los anticonvulsivantes, se asocia con una disminución significativa de los niveles séricos.

En el ámbito social, la desigualdad en el acceso a los servicios de salud y la ausencia de estrategias sistemáticas de tamizaje en la atención primaria contribuyen a que el déficit permanezca subdiagnosticado y sin tratamiento (Izaguirre-Berrios, Encalada-Caballero y Alcarraz-Molina, 2023). Por esto, resulta fundamental desarrollar modelos de abordaje clínico preventivo y comunitario, como el propuesto para el contexto costarricense.

1.4.9. Manifestaciones clínicas y consecuencias

La deficiencia de vitamina D puede manifestarse de manera asintomática o con síntomas inespecíficos, como fatiga, debilidad muscular y dolor óseo difuso. En casos graves, puede provocar osteomalacia en adultos y contribuir al desarrollo de osteoporosis (Holick, 2007; Sizar, 2023). Asimismo, los niveles bajos de vitamina D se han asociado con una disminución de la fuerza muscular, caídas recurrentes y un mayor riesgo de fracturas, especialmente en adultos mayores (Jones, 2009; Płudowski *et al.*, 2023).

Además, la deficiencia se asocia con una mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias, alteraciones inmunológicas, enfermedades autoinmunes, trastornos metabólicos, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer (Holick *et al.*, 2011; Płudowski *et al.*, 2023).

Por otro lado, el exceso de suplementación sin control médico ha incrementado los casos de intoxicación por vitamina D. Esta hipervitaminosis D se manifiesta con niveles séricos de 25(OH)D superiores a 60–100 ng/ml, lo que provoca hipercalcemia, náuseas, vómitos, debilidad, poliuria, deshidratación y, en casos graves, daño renal y calcificación de tejidos blandos (Marcinowska-Suchowierska *et al.*, 2018; Vieth, 2020). Este fenómeno se ha vuelto más frecuente debido al uso indiscriminado de suplementos de alta dosis sin una evaluación médica previa.

1.4.10. Tamizaje de la deficiencia de vitamina D

El tamizaje consiste en la medición sérica de 25(OH)D en poblaciones o individuos con riesgo aumentado. La Endocrine Society recomienda evaluar los niveles de vitamina D en personas con:

- Osteoporosis u otras enfermedades óseas metabólicas.
- Enfermedad renal o hepática crónica.
- Síndromes de malabsorción.
- Obesidad mórbida o cirugía bariátrica.
- Uso prolongado de glucocorticoides o anticonvulsivantes (Demay, 2024).

En atención primaria, el tamizaje dirigido, no poblacional, se considera la estrategia más costo-efectiva (Płudowski *et al.*, 2023). La medición rutinaria en toda la población no se considera costo-efectiva, por esto, se recomienda el tamizaje dirigido a grupos específicos con factores de riesgo clínicos o bioquímicos asociados. Diversas revisiones recientes (Płudowski *et al.*, 2023; Holick *et al.*, 2024) señalan que esta estrategia permite optimizar los recursos sanitarios y detectar deficiencias en etapas tempranas, lo que posibilita una intervención oportuna mediante suplementación o modificación de hábitos de vida.

Asimismo, se ha evidenciado que las personas con obesidad, diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y autoinmunes presentan con mayor frecuencia niveles bajos de vitamina D, lo que ha llevado a

proponer su inclusión sistemática en los exámenes de control metabólico en atención primaria. Este enfoque resulta particularmente relevante en contextos como el costarricense, donde estudios locales han demostrado una prevalencia significativa de hipovitaminosis D en adultos jóvenes aparentemente sanos, lo que sugiere que la detección temprana puede tener un impacto positivo en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

El tamizaje debe complementarse con la evaluación de factores de exposición solar, dieta, índice de masa corporal, comorbilidades y los antecedentes familiares, ya que estos determinan la necesidad de seguimiento o intervención. Asimismo, la implementación de protocolos estandarizados para el tamizaje de la deficiencia de vitamina D fortalecería la vigilancia nutricional, mejoraría la calidad del diagnóstico y contribuiría a la prevención de trastornos metabólicos y óseos asociados a su déficit.

1.4.11. Manejo terapéutico

El manejo terapéutico de la deficiencia de vitamina D debe individualizarse según la gravedad del déficit, la edad, el peso corporal, la presencia de comorbilidades y la absorción intestinal del paciente. En la práctica clínica, el tratamiento puede realizarse con vitamina D₂ (ergocalciferol) o vitamina D₃ (colecalciferol). Esta es última más eficaz para elevar y mantener niveles séricos adecuados de 25(OH)D, debido a su mayor vida media y afinidad por las proteínas transportadoras (Holick, 2007; Demay, 2024; Sizar, 2023).

Las guías internacionales, como las de la Endocrine Society (2011, actualizadas en 2024), recomiendan dosis terapéuticas variables según el propósito:

- Prevención: 600-800 UI al día en adultos y 800-1000 UI al día en personas mayores de 65 años.
- Tratamiento del déficit: 50,000 UI semanales durante 6 a 8 semanas o 7,000 UI diarias hasta alcanzar niveles séricos iguales o superiores a 30 ng/ml.

- Mantenimiento: 1,000-2,000 UI por día, ajustadas según la respuesta y el peso corporal.

En casos de malabsorción intestinal, obesidad o uso crónico de corticoides o anticonvulsivantes, las dosis deben aumentarse entre un 50 % y un 100 %. Además, se recomienda monitorizar los niveles séricos de 25(OH)D y calcio cada 3 a 6 meses para evitar intoxicación (Demay, 2024).

Tabla 1

Esquemas terapéuticos comparativos de suplementación de vitamina D

Guía/Autor	Tipo de intervención	Dosis recomendada	Duración	Observaciones
Endocrine Society (2024)	Tratamiento de deficiencia	50,000 UI/semana o 7,000 UI/día	6–8 semanas	Posteriormente, continuar con el mantenimiento de 1,000–2,000 UI/día
Institute of Medicine (IOM, 2011)	Prevención	600–800 UI/día	Continuo	Mantener niveles ≥ 20 ng/ml
NICE (UK, 2022)	Tratamiento	20,000 UI/semana	6 semanas	Control bioquímico posterior al tratamiento
Sociedad Española de Endocrinología (SEEN, 2023)	Mantenimiento	800–2,000 UI/día	Continuo	Ajustar dosis según peso y exposición solar

1.4.11.1. Presentaciones institucionales

En el contexto institucional, la vitamina D está disponible principalmente en las siguientes formas farmacéuticas:

- Gotas orales: se utilizan con frecuencia en la población pediátrica y en adultos mayores que presentan dificultad para deglutir. Cada gota puede aportar entre 200 y 400 UI.

- Tabletas o cápsulas de gel blando: se utilizan en adultos; las presentaciones más comunes son de 1,000, 2,000 o 5,000 UI por cápsula.

La elección de la presentación depende del grado de deficiencia, de la preferencia del paciente y de la adherencia terapéutica esperada. Asimismo, deben promoverse medidas no farmacológicas que contribuyan al mantenimiento de niveles adecuados de vitamina D, tales como:

- Exposición solar controlada durante 10 a 15 minutos, dos o tres veces por semana, evitando las horas de mayor radiación.
- Alimentación rica en vitamina D, que incluye el consumo de pescados grasos como el salmón y la sardina, yema de huevo y productos fortificados.
- Actividad física regular y estrategias de prevención de caídas en adultos mayores (Płudowski *et al.*, 2023).

1.4.12. Rol de la atención primaria en el manejo de la deficiencia de vitamina D

La atención primaria de salud (APS) constituye el eje fundamental del sistema sanitario y el primer punto de contacto entre la población y los servicios de salud. En el caso de la deficiencia de vitamina D, este nivel desempeña un papel estratégico en la detección temprana, la prevención, el tratamiento y el seguimiento de los pacientes con riesgo o diagnóstico confirmado. Su carácter integral, continuo y centrado en la comunidad permite abordar no solo el aspecto biomédico, sino también los determinantes sociales y conductuales que influyen en la deficiencia (Demay, 2024).

Desde la perspectiva preventiva, la APS debe incorporar la evaluación del riesgo individual y poblacional, considerando factores como la edad avanzada, el fototipo de piel, la obesidad, las enfermedades crónicas (diabetes, insuficiencia renal o hepática), el uso de determinados fármacos (anticonvulsivantes y glucocorticoides) y los estilos de vida con escasa exposición solar. Los equipos multidisciplinarios integrados por médicos de familia, personal de Enfermería,

nutricionistas y trabajadores sociales, desempeñan un papel esencial en la educación para la salud, al promover hábitos de vida saludables, una exposición solar segura y una alimentación balanceada con fuentes naturales o fortificadas de vitamina D (Płudowski *et al.*, 2023).

En la fase diagnóstica y terapéutica, la atención primaria puede liderar el tamizaje dirigido a grupos de riesgo, como adultos mayores, mujeres posmenopáusicas, embarazadas y pacientes con fracturas por fragilidad o enfermedades crónicas. Asimismo, el seguimiento del tratamiento y de la adherencia constituye una función clave para asegurar la eficacia de la suplementación y evita tanto la persistencia del déficit como la hipervitaminosis D, derivada del uso indiscriminado de suplementos.

La incorporación de protocolos clínicos estandarizados y flujogramas de actuación en los equipos básicos de atención integral en salud (Ebais) o clínicas periféricas permite:

- Homogeneizar los criterios diagnósticos y terapéuticos.
- Optimizar los recursos diagnósticos, tanto de laboratorio como de farmacia.
- Facilitar la referencia oportuna a niveles especializados cuando se presente resistencia al tratamiento o exista sospecha de causas secundarias.
- Registrar y monitorear los casos mediante el Expediente Digital Único de Salud (EDUS).

1.4.12.1. Experiencias internacionales relevantes

En Canadá, los equipos de atención primaria emplean herramientas de tamizaje validadas y aplican suplementos preventivos estandarizados en poblaciones de alto riesgo, especialmente en los meses de menor radiación solar. En el Reino Unido, el Instituto Nacional para la Excelencia en la Salud y la Atención (NICE) recomienda que la suplementación preventiva forme parte de los programas de salud pública y atención comunitaria, con énfasis en mujeres embarazadas y adultos mayores institucionalizados. Por otra parte, Chile ha desarrollado guías

nacionales que integran la suplementación con vitamina D en los controles de salud familiar, particularmente en zonas australes donde la exposición solar es limitada (Demay, 2024; Płudowski *et al.*, 2023).

1.4.12.2. Desafíos y oportunidades en Costa Rica

En el contexto costarricense, la falta de lineamientos institucionales específicos por parte de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) provoca una considerable variabilidad en los abordajes clínicos. Algunos profesionales de la red de atención primaria prescriben suplementos de manera empírica, mientras que otros no los incluyen en el plan terapéutico, lo que evidencia la necesidad de una guía nacional unificada.

El desarrollo de un protocolo institucional adaptado al contexto nacional permite:

- Definir criterios claros para el tamizaje y la suplementación.
- Estandarizar los esquemas terapéuticos de acuerdo con la edad, la condición clínica y el nivel de riesgo.
- Regular la prescripción de los suplementos disponibles en la institución, tales como gotas y tabletas de gel.
- Fortalecer la educación comunitaria a través de campañas de promoción de la salud.

Además, la formación continua del personal de salud en el manejo racional de la vitamina D resulta fundamental para evitar tanto el infradiagnóstico del déficit como el riesgo creciente de intoxicación por automedicación, fenómeno cada vez más frecuente en la población general. En síntesis, la atención primaria no solo representa el nivel más accesible para intervenir en el déficit de vitamina D, sino también el espacio idóneo para implementar estrategias de prevención, detección temprana, educación y control, con un enfoque interdisciplinario, comunitario y basado en la evidencia.

1.4.13. Enfoque de abordaje clínico propuesto

El abordaje clínico se concibe como un proceso sistemático y fundamentado en la evidencia, que integra la identificación de factores de riesgo, el tamizaje selectivo, el diagnóstico oportuno, el tratamiento y el seguimiento longitudinal. A diferencia del protocolo, que detalla procedimientos específicos o del flujograma, que los representa de manera gráfica, el abordaje clínico comprende una visión integral de todo el proceso asistencial, articula los diferentes niveles de atención y promueve la continuidad del cuidado (Demay, 2024).

En el contexto de la deficiencia de vitamina D, este abordaje requiere considerar factores individuales, como la edad, las comorbilidades, la exposición solar, la dieta y el uso de medicamentos, así como determinantes sociales de la salud, entre ellos el nivel socioeconómico, la ocupación y la zona geográfica, los cuales influyen directamente en el riesgo de déficit (Płudowski *et al.*, 2023). Asimismo, la incorporación de herramientas de evaluación clínica y de laboratorio permite tomar decisiones con base en evidencia, lo que garantiza intervenciones personalizadas y costo-efectivas.

Su diseño, en el contexto costarricense, debe basarse en los principios de la medicina familiar y comunitaria, priorizando la prevención, el autocuidado, la educación en salud y la continuidad de la atención. Esto implica fortalecer la capacidad resolutive de los equipos de atención primaria mediante la capacitación del personal, la implementación de guías clínicas y la coordinación con servicios especializados para el manejo de casos complejos.

Además, el abordaje clínico debe integrar estrategias intersectoriales que promuevan estilos de vida saludables, la fortificación de alimentos con vitamina D y campañas de educación pública sobre los riesgos, tanto del déficit como del exceso de suplementación. Estas acciones permiten pasar de un modelo reactivo, centrado en el tratamiento, a uno preventivo y proactivo que fomente el bienestar general de la población (Holick, 2020; Demay, 2024).

1.4.14. Guías de prácticas clínicas

Según el Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (Ietsi, s. f.):

Las guías de práctica clínica son un conjunto de recomendaciones desarrolladas de forma sistemática, basadas en la evidencia científica disponible, para ayudar a los profesionales y pacientes a tomar decisiones sobre la atención sanitaria más apropiada para determinadas condiciones de salud (s. p.).

Las guías clínicas son documentos elaborados de manera sistemática que proporcionan recomendaciones fundamentadas en la evidencia científica disponible para orientar la toma de decisiones en la atención de pacientes. Su objetivo principal es mejorar la calidad de la atención estandarizar las prácticas médicas y promover intervenciones efectivas y seguras.

Algunos aspectos clave sobre las guías clínicas son:

- Basadas en evidencia: integran los resultados de estudios clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis para fundamentar las recomendaciones.
- Dirigidas a profesionales de la salud: médicos, enfermeras, farmacéuticos y otros especialistas emplean estas guías para tomar decisiones clínicas.
- Actualizables: se revisan de manera periódica conforme surgen nuevos estudios o tratamientos.
- Estandarización de cuidados: contribuye a reducir la variabilidad en la práctica clínica y a mejorar la seguridad del paciente.
- Enfoque en resultados de salud: busca optimizar los resultados clínicos, minimizar los riesgos y promover la eficiencia en el uso de los recursos.

1.5. Justificación

La estrategia de abordaje clínico para la deficiencia de vitamina D permite mejorar la capacidad de respuesta del sistema de salud costarricense ante una condición común, pero subdiagnosticada. La atención primaria constituye el primer punto de contacto entre el sistema y la población, por lo tanto, su fortalecimiento en materia de prevención y tratamiento resulta esencial.

Además, la revisión comparativa de estrategias en países internacionales proporciona una perspectiva regional sobre buenas prácticas que pueden adaptarse al contexto, lo que favorece la armonización de estándares y la toma de decisiones fundamentadas en la evidencia y la experiencia local.

El abordaje propuesto pretende constituirse en un insumo técnico para la Gerencia Médica de la CCSS y servir como base para la elaboración de lineamientos nacionales que garanticen una atención más eficiente, costo-efectiva y equitativa.

Se estima que la deficiencia de vitamina D (niveles inferiores a 20 ng/ml) y la insuficiencia (entre 20 y 30 ng/ml) afectan acerca de mil millones de personas en todo el mundo (Holick, 2007; Lips, 2010). Los datos epidemiológicos disponibles respaldan la afirmación de que la deficiencia de vitamina D constituye una condición frecuente en el ámbito mundial.

La vitamina D, más que una simple vitamina, se considera una hormona, ya que posee receptores en prácticamente todas las células del cuerpo humano. Además de su función clásica en el metabolismo óseo, desempeña un papel clave en la modulación del crecimiento celular, el sistema inmunológico, la función neuromuscular y la reducción de la inflamación (Holick, 2007).

Aunque aún existe debate sobre si niveles adecuados de vitamina D pueden disminuir el riesgo de enfermedades no esqueléticas, su posible implicación en patologías como la esclerosis múltiple, los trastornos autoinmunes, las infecciones, las enfermedades respiratorias, cardiometabólicas, el cáncer y las fracturas es objeto de investigación. Debido a su alta prevalencia, resulta esencial que los

médicos de atención primaria identifiquen a las personas a quienes deben realizar pruebas diagnósticas y en cuáles casos corresponde iniciar tratamiento para esta deficiencia (Pludowski *et al.*, 2018).

Sin embargo, los esfuerzos para abordar este problema de salud pública se ven limitados por la heterogeneidad presente en las guías clínicas y nutricionales respecto a su diagnóstico y tratamiento (Autier *et al.*, 2014).

Además, se ha postulado que la deficiencia o insuficiencia de vitamina D puede estar asociada con la pandemia de la COVID-19, la cual sigue representando un desafío global de salud pública y ha causado la muerte de más de 4 000 000 de personas en el mundo. A pesar de los avances en la vacunación, la persistencia de desigualdades en el acceso a los recursos y la aparición de nuevas variantes que pueden evadir la inmunidad inducida por las vacunas han mantenido vigente este problema (Meltzer *et al.*, 2020).

Por lo tanto, el propósito de esta investigación es analizar cómo debe abordarse de manera integral la deficiencia de vitamina D en la población adulta desde la medicina familiar y comunitaria. Debido a su alta prevalencia, las posibles complicaciones asociadas y la falta de consenso en las guías sobre tamizaje y suplementación, resulta necesario fortalecer el papel del primer nivel de atención en la detección y el manejo oportuno de esta condición.

Capítulo II. Propósito

2.1. Problema de investigación

La deficiencia de vitamina D constituye un problema de salud pública global que afecta a millones de personas, incluso en países tropicales como los de Centroamérica, donde se esperaría que la exposición solar fuera suficiente para mantener niveles adecuados. No obstante, estudios recientes evidencian una alta prevalencia de esta condición en las poblaciones adulta, con consecuencias clínicas importantes, como el aumento del riesgo de osteoporosis, fracturas, debilidad muscular, enfermedades cardiovasculares, autoinmunes y metabólicas (Holick, 2007; Lips, 2010).

En Costa Rica, actualmente no existe un protocolo clínico institucionalizado para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D, lo que genera abordajes clínicos heterogéneos en los servicios de atención primaria (Castro-Bonilla, 2023). La ausencia de directrices claras limita la capacidad del personal médico y de enfermería para identificar a las personas en riesgo, realizar un diagnóstico oportuno y ofrecer un tratamiento adecuado, tanto farmacológico como no farmacológico.

Además, en el ámbito internacional, algunos países han comenzado a implementar estrategias de detección y tratamiento que pueden servir como referencia para enriquecer la propuesta costarricense (Pludowski *et al.*, 2018). Por lo tanto, es necesario diseñar un abordaje y un flujograma clínico con base en evidencia científica y buenas prácticas internacionales, que se adapten al sistema de salud costarricense y centrados en la población mayor de 18 años, que permitan estandarizar el manejo clínico desde el primer nivel de atención (Autier *et al.*, 2014).

La deficiencia de vitamina D se ha consolidado como un problema de salud pública en aumento en la población adulta en el ámbito mundial. Su relación con diversas enfermedades crónicas, trastornos musculoesqueléticos, alteraciones inmunológicas y otras complicaciones clínicas ha suscitado un interés creciente en su prevención y en su abordaje temprano.

En el nivel de atención primaria persisten vacíos significativos en relación con los criterios de tamizaje, diagnóstico y tratamiento de la deficiencia de vitamina D. La ausencia de protocolos estandarizados en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), junto con la integración limitada de este tema en la medicina familiar dificulta un abordaje integral y centrado en la persona.

Ante este panorama, resulta necesario profundizar en la evidencia disponible para orientar a los equipos de salud en la atención de esta condición. Se plantea la siguiente interrogante: ¿De qué manera puede estructurarse un flujograma clínico integral para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años desde la atención primaria en Costa Rica, considerando las estrategias que se implementan en otros países?

La ausencia de criterios claros y protocolos estandarizados para el tamizaje y manejo de la deficiencia de vitamina D no solo genera heterogeneidad en la atención, sino que también puede acarrear repercusiones graves en la salud del paciente, como el riesgo de sobredosificación por suplementación innecesaria, lo que puede derivar en toxicidad. Además, esta situación puede ocasionar gastos innecesarios en el sistema de salud al indicar pruebas o tratamientos en casos que no los requieren, contraviniendo los principios de eficiencia, justicia y prudencia en la práctica clínica. Desde la perspectiva de las buenas prácticas clínicas y la bioética, garantizar la indicación adecuada del tamizaje y tratamiento resulta fundamental para proteger la seguridad del paciente, optimizar los recursos y promover una atención basada en la evidencia (Demay, 2024; Płudowski *et al.*, 2023).

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de abordaje clínico para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años desde la atención primaria en Costa Rica.

2.2.2. Objetivos específicos

1. Determinar los criterios clínicos y el procedimiento sistemático para que se realice el tamizaje de deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años en el primer nivel de atención.
2. Establecer un esquema terapéutico clínico adecuado para el manejo de pacientes con factores de riesgo o con deficiencias confirmadas de vitamina D, de acuerdo con el grado de severidad del déficit, desde el nivel de atención primaria.
3. Elaboración de un flujograma para el abordaje del tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años desde la atención primaria.

Capítulo III. Metodología

3.1. Diseño

3.1.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación se aplica, descriptiva y documental, con un enfoque cualitativo. Se fundamenta en la revisión bibliográfica narrativa y comparativa de información científica publicada entre 2020 y 2025, así como en documentos de organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y ministerios de salud de países con experiencias relevantes en el tamizaje y manejo de la deficiencia de vitamina D. El diseño metodológico se caracteriza por:

1. Revisión bibliográfica sistemática y narrativa: se recopila y analiza información científica relevante sobre la deficiencia de vitamina D, el tamizaje, la suplementación, el manejo clínico y los protocolos aplicados en atención primaria.
2. Revisión documental internacional: se comparan experiencias y guías de países con sistemas de salud desarrollados, lo que incluye Canadá, Reino Unido, Chile, Estados Unidos, España y otros.
3. Análisis del contexto institucional en Costa Rica: se revisan los recursos, las capacidades y las prácticas actuales del primer nivel de atención de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), lo que incluye la disponibilidad de suplementos, pruebas diagnósticas y herramientas educativas.
4. Diseño del flujograma clínico: se elabora una propuesta de abordaje basada en la evidencia científica y adaptada al sistema de salud costarricense, considerando criterios de tamizaje, diagnóstico, tratamiento y seguimiento.

3.2. Población y unidades de análisis

La población objeto de estudio incluye:

- Personas mayores de 18 años, usuarias de atención primaria en Costa Rica.

- Profesionales de la salud, médicos de familia, personal de Enfermería y de Nutrición, responsables de la atención y el seguimiento en el primer nivel de atención.

Las unidades de análisis se centran en:

- Artículos científicos sobre deficiencia de vitamina D, prevalencia, factores de riesgo, tamizaje y tratamiento.
- Documentos oficiales de la OMS, la OPS y los ministerios de salud.
- Guías clínicas nacionales e internacionales.
- Protocolos y experiencias documentadas en atención primaria.

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

3.3.1. Criterios de inclusión

- Publicaciones en texto completo disponibles en bases de datos reconocidas, como PubMed, Scielo, Google Académico y Cochrane Library.
- Artículos y guías publicados entre 2015 y 2025.
- Información relacionada con la deficiencia de vitamina D en adultos, incluyendo el tamizaje, la suplementación, el tratamiento y el manejo en atención primaria.

3.3.2. Criterios de exclusión

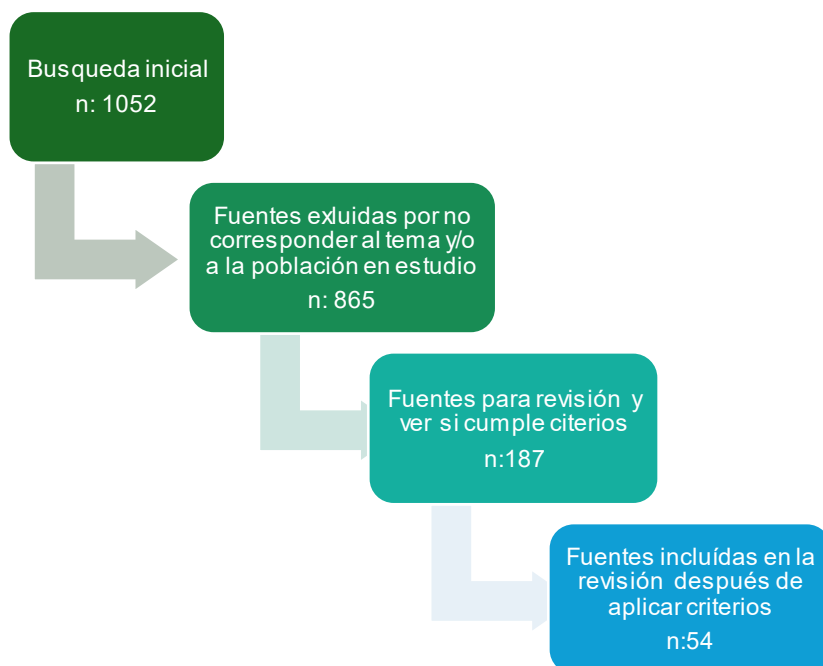
- Estudios centrados exclusivamente en la población pediátrica o gestante.
- Publicaciones que no ofrecen acceso completo o que se encuentran en idiomas diferentes al español o al inglés.
- Artículos que no aporten evidencia sobre protocolos clínicos o flujogramas de manejo.

3.4. Estrategias de búsqueda

- La revisión bibliográfica se llevó a cabo mediante el acceso a las bases de datos de la Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social (Binasss), utilizando diversas fuentes como DynaMed, PubMed, SciELO, BMJ y Access Medicina, entre otras. Se emplearon palabras clave como vitamina D, déficit, personas mayores de edad, atención primaria, tamizaje, abordaje clínico, guías prácticas clínicas, manejo terapéutico, funciones biológicas, enfermedades no transmisibles, funcionalidad y calidad de vida.
- Asimismo, se emplearon los títulos y encabezados de temas médicos, conocidos como MeSH, con el objetivo de realizar búsquedas de información más eficientes y específicas, utilizando los operadores *AND*, *OR* y *NOT*. Se seleccionaron los títulos que se relacionan con el tema para verificar posteriormente si cumplían con los criterios de inclusión o exclusión y así elegir los artículos que sirvieron como base para la recolección de datos fundamentales para la elaboración del trabajo.
- Posteriormente, se empleó la técnica de *Snowball* para seleccionar artículos específicos y complementarios a la información inicialmente elegida, cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión. En una primera etapa, se obtuvieron 1052 artículos.

Figura 6

Flujograma de búsqueda de artículos empleados en la revisión bibliográfica



3.5. Recolección de datos

La información se recopila mediante una búsqueda sistemática de literatura científica y documentación oficial. Se emplean palabras clave como *vitamina D*, *deficiencia de vitamina D*, *tamizaje*, *atención primaria*, *protocolos clínicos*, *suplementación* y *guías clínicas*, tanto en español como en inglés.

Se elabora una matriz de registro de información que permite organizar los datos por categoría:

- Prevalencia y factores asociados.
- Manifestaciones clínicas.
- Criterios de tamizaje.
- Tratamiento y suplementación.
- Experiencias internacionales y nacionales.

3.6. Análisis de datos

De las 54 fuentes incluidas para la revisión, se seleccionaron cuatro artículos clínicos y epidemiológicos sobre enfermedades crónicas, tres estudios fisiológicos y básicos, 4 revisiones sistemáticas y metaanálisis, 13 inspecciones narrativas o *reviews*, ocho estudios observacionales y transversales, 3 guías clínicas y recomendaciones, 10 documentos institucionales, protocolos y reportes, 2 sobre educación en enfermería y teoría de salud, 3 recomendaciones de tamizaje, 3 publicaciones académicas de apoyo o no clasificables directamente y 1 entrevista. El resto corresponde a investigaciones. Se descartaron 865 artículos por no tener un título relacionado con el tema, no corresponder a la población en estudio o por duplicidad.

Se seleccionó un total de 187 artículos para su lectura y revisión de resúmenes. Lo anterior tiene el fin de que se determine si cumplían con los criterios preestablecidos. Posteriormente, se aplicó la técnica de *Snowball* para identificar artículos adicionales que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, se eligieron 54 artículos para realizar el análisis, la recolección y la síntesis de la información más relevante y clave para el trabajo.

Tabla 2
Artículos consultados según nivel de evidencia

Clasificación del documento	Nivel de evidencia Oxford	Documentos indagados
Revisiones sistemáticas y metaanálisis	I a	4
Revisiones narrativas o <i>reviews</i>	I b	13
Estudios observacionales y transversales	IV	8
Guías clínicas y recomendaciones	I c	3
Documentos institucionales, protocolos y reportes	II b	10

Artículos clínicos y epidemiológicos de enfermedades crónicas	III a	4
Educación en enfermería y teoría de salud	IV	2
Recomendaciones de tamizaje	I c	3
Estudios fisiológicos y básicos		3
Publicaciones académicas de apoyo o no clasificables directamente	-	3
Entrevista	-	1
Total		54

3.7. Análisis de la información

El análisis es cualitativo-descriptivo, mediante una síntesis temática de acuerdo con los objetivos específicos del estudio. La información se organiza en las siguientes categorías:

1. Prevalencia y factores asociados: identificación de grupos de riesgo y determinantes de la deficiencia de vitamina D.
2. Criterios de tamizaje: analizar las recomendaciones de guías internacionales y nacionales para definir los protocolos de identificación de pacientes en riesgo.
3. Manejo terapéutico: comparación de esquemas de suplementación y medidas no farmacológicas.
4. Rol de la atención primaria: describir las funciones y estrategias del primer nivel de atención.
5. Diseño del flujograma clínico: integración de la evidencia científica y de las buenas prácticas internacionales en una propuesta adaptada a Costa Rica.

El objetivo del análisis es desarrollar un abordaje clínico integral, centrado en la persona, que facilite la detección, el tratamiento y el seguimiento de la deficiencia de vitamina D en atención primaria.

3.8. Análisis del material bibliográfico

Los artículos se clasificaron según el tipo de estudio y el nivel de evidencia en una primera matriz de análisis, la cual se encuentra disponible en el apartado de anexos. Posteriormente, se realizó la descripción y discusión de los resultados de acuerdo con las categorías de análisis. Finalmente, se documentaron las conclusiones obtenidas y se formularon las recomendaciones pertinentes.

3.9. Ética

Al tratarse de una investigación documental y bibliográfica, no se requiere la participación directa de pacientes. Sin embargo, se garantiza:

- Uso responsable de la información.
- Respeto a los derechos de autor y la propiedad intelectual.
- Confidencialidad de los datos institucionales en caso de acceder a información interna de la CCSS.

3.10. Limitaciones del estudio

- La investigación se fundamenta en información secundaria, lo que limita la validación directa de los resultados en la práctica clínica.
- La disponibilidad de estudios nacionales específicos sobre la deficiencia de vitamina D es limitada.
- Las diferencias entre los protocolos y guías internacionales pueden generar desafíos para su adaptación al contexto costarricense.

Capítulo IV. Análisis de resultados

4.1. Introducción

El presente capítulo describe las características generales de los estudios analizados para la elaboración del flujograma clínico de tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años. El análisis permite identificar tendencias metodológicas, distribución temática, áreas de enfoque, localización geográfica y evolución temporal de la producción científica relacionada con el problema de estudio. Esta caracterización constituye la base para comprender la evidencia disponible y fundamentar la propuesta clínica orientada a la atención primaria en Costa Rica.

4.2. Caracterización del estudio

La creciente prevalencia de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años constituye un fenómeno de alcance global, evidenciado en la diversidad geográfica de los estudios revisados. Esta variedad ha producido una heterogeneidad significativa, tanto en la población estudiada como en los objetivos abordados. Del conjunto inicial de artículos y estudios que se relacionan con el tamizaje clínico y el tratamiento de la deficiencia de vitamina D en adultos, se seleccionaron 54 estudios para su análisis y consideración en esta investigación.

4.2.1. Tipo de estudio analizado

Los estudios revisados presentan una combinación de diseños cuantitativos, cualitativos y revisiones de literatura y predominan las investigaciones cuantitativas y los estudios observacionales, especialmente estudios transversales, cohortes, ensayos clínicos, así como guías clínicas y consensos internacionales. La presencia de revisiones sistemáticas y metaanálisis es relevante porque concentran evidencia robusta que orienta las recomendaciones sobre tamizaje, suplementación y efectos en salud.

Los estudios incluidos comprenden diversas revisiones bibliográficas que contribuyen al análisis y a la elaboración de conclusiones mediante la narración y

descripción de protocolos de salud, así como a la identificación de las necesidades técnicas para que estos flujogramas sean accesibles y aplicables en la atención de esta población. Entre los 54 estudios seleccionados se encuentran inspecciones sistemáticas, narrativas y de alcance, además de estudios de campo, observacionales, experimentales, ensayos clínicos y estudios de casos.

Tabla 3
Tipos de estudios analizados

Tipo de estudio	n.º de estudios	% del total
Revisiones narrativas/ <i>reviews</i>	22	41 %
Metaanálisis/ REVISIONES sistémicas	7	13 %
Artículos clínicos/epidemiológicos	9	17 %
Guías clínicas/recomendaciones	6	11 %
Documentos institucionales/protocolos	7	13 %
Otros (educación en enfermería, entrevistas, recomendaciones, publicaciones académicas)	3	5 %
Total	54	100 %

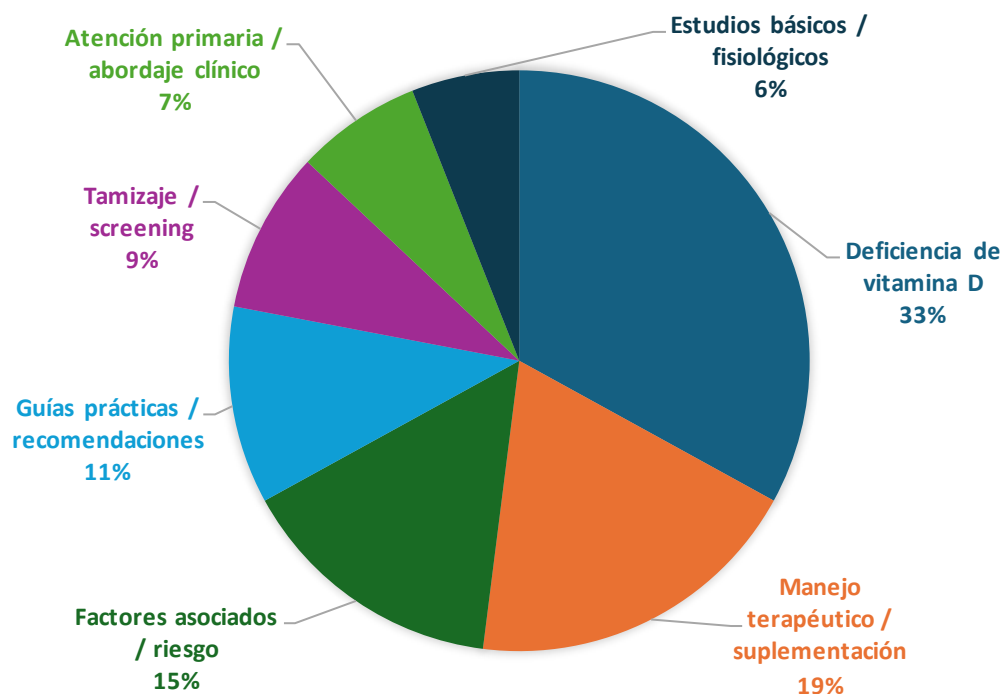
En cuanto a la distribución, los estudios representaron el 42 % (22) de todos los artículos seleccionados, las revisiones el 35 % (18) y los ensayos clínicos el 15 % (8), abarcando el 92 % del total de artículos analizados. En términos de participación, la suma total de participantes en estudios, especialmente clínicos y epidemiológicos, fue considerable. Por ejemplo, en el metaanálisis de Chowdhury *et al.* (2014) se incluyeron 849 412 participantes en cohortes observacionales y 30 716 en ensayos clínicos. Parrales *et al.* (2025) agregaron participantes según los estudios revisados (7485 personas). Predominan las inspecciones y revisiones sistemáticas, lo que respalda la construcción de un abordaje clínico basado en evidencia. La presencia de artículos clínicos y guías aporta información aplicada a la atención primaria. Como limitación, no todos los estudios incluyeron datos sobre el tamaño de muestra en los resúmenes accesibles.

4.2.2. Áreas que se identificaron como temas principales

Tras revisar las referencias y los tipos de estudio, se realizó una clasificación más precisa basada en el tema principal de cada artículo o documento. Se identificaron siete grandes temas principales de investigación, subdivididos en 13 subtemas. Los tópicos de investigación incluyeron: deficiencia de vitamina D (n = 18), manejo terapéutico o suplementación (n = 10), factores asociados o de riesgo (n = 8), guías prácticas (n = 6), tamizaje o *screening* (n = 5), atención primaria o abordaje clínico (n = 4) y estudios básicos o fisiológicos (n = 3) (véase el Gráfico 1).

Gráfico 1

Áreas que se identificaron como temas principales



Se encontró que el 33 % de los documentos estaba directamente relacionado con la deficiencia de vitamina D, mientras que el 19 % se enfocaba en el manejo terapéutico o la suplementación, el 15 % en los factores de riesgo asociados, el 11 % en las guías prácticas, el 9 % en el tamizaje y el 7 % en el abordaje clínico.

Los temas que se identifican se organizaron en 13 propósitos de salud, que abarcan desde la promoción de la salud y la actividad física hasta el manejo terapéutico y la prevención de la obesidad, entre otros. Es importante señalar que estos propósitos suelen entrelazarse, por lo que un mismo estudio puede abordar múltiples enfoques. Esta integración refleja la complejidad y la amplitud de las estrategias necesarias para la prevención y el abordaje del déficit de vitamina D.

Los estudios analizados coinciden en abordar:

- La deficiencia de vitamina D constituye un problema de salud pública.
- Sus efectos en la salud ósea y extraósea.
- La necesidad de establecer criterios clínicos claros para el diagnóstico, el tamizaje y el tratamiento.
- Los riesgos de la suplementación sin supervisión, entre los que se incluye la toxicidad.
- Los costos y las consecuencias de un tamizaje no enfocado son aspectos clave para la eficiencia del sistema de salud.

El propósito común de la documentación es orientar hacia prácticas clínicas seguras, optimizar los recursos y reducir el riesgo de morbilidad asociada al déficit de vitamina D, lo cual se alinea directamente con los objetivos de la investigación.

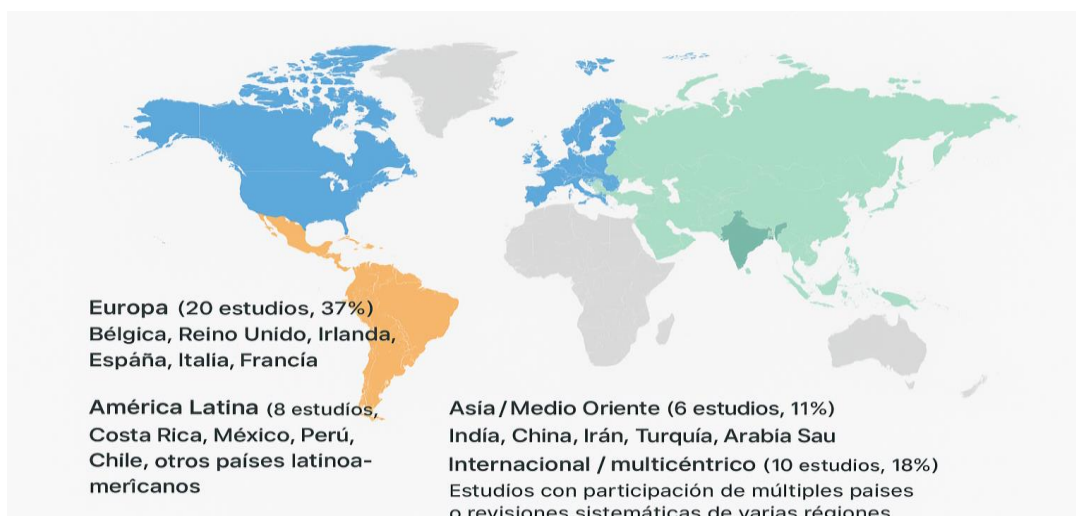
La deficiencia de vitamina D constituye el tema más abordado, presente en casi todos los documentos, lo que confirma la relevancia de este problema de salud. El manejo terapéutico y los factores asociados se tratan en aproximadamente un tercio de los estudios, lo que indica la existencia de información relevante, aunque dispersa. La atención primaria, las guías prácticas y el tamizaje aparecen en un número menor de estudios, lo que evidencia vacíos en la literatura respecto a la implementación clínica y las estrategias de detección. El abordaje clínico integral es el tema menos tratado, lo que refuerza la necesidad de diseñar un flujograma adaptado al contexto costarricense, como propone esta investigación.

4.2.3. Distribución geográfica de los estudios

La distribución geográfica de los estudios seleccionados muestra que la mayoría provienen de Europa, representando el 37 % del total. Además, se observa una cantidad considerable de estudios con enfoque internacional o multicéntrico, que destacan con un 18 %.

Figura 7

Distribución geográfica de estudios por región



La región de Europa, que incluye países como Bélgica, Reino Unido, Irlanda, España, Italia, Francia, Alemania y Suiza, concentra el 37 % de los estudios que se identifican. Sus investigaciones se orientan principalmente al manejo clínico, el tamizaje y la suplementación, además de aportar evidencia robusta para formular guías clínicas internacionales. Esta zona se distingue por su producción científica consolidada y su influencia en la estandarización de prácticas en el ámbito global.

En segundo lugar, el enfoque internacional o multicéntrico comprende el 18 % de los estudios, caracterizados por la participación de múltiples países y la inclusión de revisiones sistemáticas de diversas regiones. Estos trabajos abordan comparaciones globales de prevalencia, análisis de determinantes comunes y específicos, armonización de guías y ensayos clínicos con amplia representatividad. Su presencia reafirma que la deficiencia de vitamina D se reconoce como un problema de salud global, más allá de las variaciones climáticas o geográficas.

Por otra parte, América del Norte (Estados Unidos y Canadá) representa el 19 % de la producción científica, con estudios enfocados en la prevalencia, las estrategias de tamizaje, la suplementación y su relación con enfermedades crónicas.

En comparación, América Latina, con aportes de Costa Rica, México, Perú, Chile y otros países, concentra el 15 % de los estudios, los cuales se orientan principalmente a estimar la prevalencia y los determinantes de la deficiencia, así como a explorar la asociación entre los niveles de vitamina D y las patologías crónicas.

En el caso de Asia y Medio Oriente (India, China, Irán, Turquía, Arabia Saudí), la producción alcanza el 11 %. Los estudios destacan la alta prevalencia de deficiencia, incluso en contextos con abundante luz solar y exploran cómo influyen los factores culturales, dietéticos y ambientales. Asimismo, incluyen ensayos de suplementación, especialmente dirigidos a mujeres y poblaciones vulnerables, así como análisis de su relación con la diabetes y el síndrome metabólico.

En conjunto, Europa y América concentran la mayor parte de la producción científica disponible, mientras que la investigación internacional o multicéntrica refleja un esfuerzo colaborativo para comprender este fenómeno de manera global. Asimismo, la ausencia de estudios provenientes de Oceanía sugiere una posible brecha o baja representación en la literatura revisada.

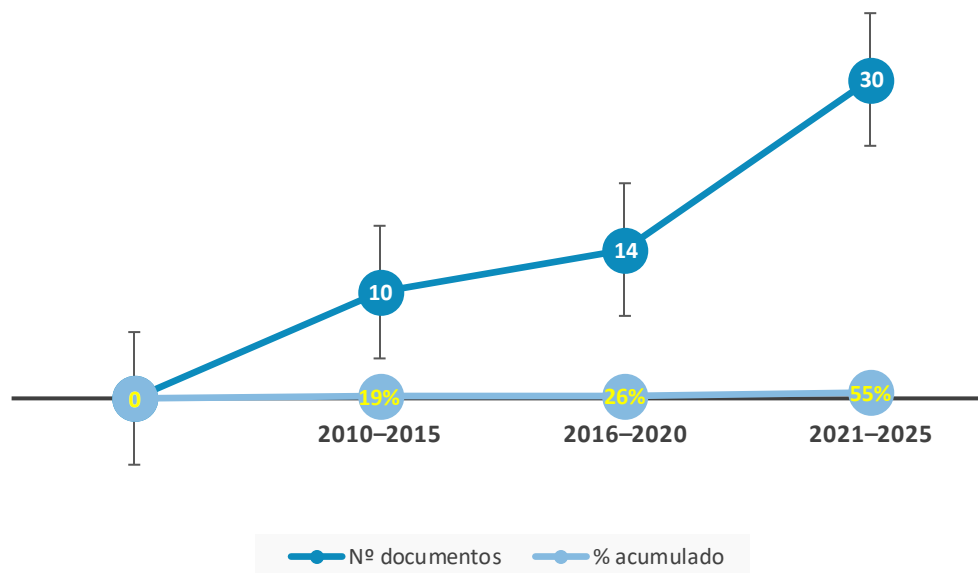
4.2.4. Número de artículos por períodos

La documentación revisada abarca un amplio período, con estudios publicados entre 2010 y 2025. Esta diversidad permite identificar cambios sustanciales en los criterios de suficiencia e insuficiencia de vitamina D, en la discusión sobre el tamizaje poblacional frente al tamizaje dirigido, en los enfoques terapéuticos y en las dosis que se recomiendan, así como en la evolución de las guías clínicas internacionales.

Asimismo, la producción científica más reciente evidencia un aumento sostenido de estudios durante el período 2010–2025, lo que demuestra un creciente interés global por la vitamina D y su impacto en la salud pública.

Gráfico 2

Agrupación de estudios por períodos



De acuerdo con el Gráfico 2, el 55 % de los estudios son recientes (2021–2025), lo que indica un interés creciente en la vitamina D y la actualización de guías clínicas, especialmente tras la COVID-19. Esto permite la generación de nuevas recomendaciones clínicas. Por otro lado, el 26 % de las investigaciones se concentra en el período 2016–2020. Los estudios anteriores (2010–2015) aportan la base fisiológica y la evidencia a largo plazo.

4.3. Discusión de resultados según objetivos

Este apartado interpreta los hallazgos que se obtienen a partir de la revisión bibliográfica de 54 documentos científicos y técnicos que se relacionan con el tamizaje y el manejo de la deficiencia de vitamina D en la población adulta, con un enfoque en la atención primaria. La discusión se organiza de acuerdo con los objetivos específicos, integrando comparaciones entre contextos internacionales y

nacionales, la pertinencia para Costa Rica y los vacíos de información que se identifican.

4.3.1. Objetivo n.º 1: determinar los criterios clínicos y el procedimiento sistemático para el tamizaje de deficiencia de vitamina D en adultos en atención primaria

Los estudios revisados evidencian un consenso internacional respecto a la necesidad de tamizar a los grupos de riesgo, aunque se observan diferencias en los puntos de corte, la frecuencia y las metodologías empleadas. En particular, las revisiones sistemáticas y las guías internacionales coinciden en priorizar el tamizaje dirigido a poblaciones vulnerables (Bouillon, 2023; Cashman *et al.*, 2016; Giustina *et al.*, 2024).

4.3.1.1. Tamizaje de la deficiencia de vitamina D

El tamizaje de vitamina D consiste en medir los niveles séricos de 25(OH)D en personas con riesgo aumentado. De acuerdo con la Endocrine Society (2011), se recomienda realizar esta evaluación en quienes presentan enfermedades óseas, patologías renales o hepáticas crónicas, malabsorción, obesidad mórbida, cirugía bariátrica o uso prolongado de glucocorticoides o anticonvulsivantes. En particular, entre los anticonvulsivantes, la fenitoína es la que se asocia en mayor medida con la deficiencia de vitamina D, debido a su potente inducción de enzimas hepáticas del citocromo P450, lo que acelera el catabolismo de la 25(OH)D y propicia una reducción de sus niveles séricos (Sumi *et al.*, 1981; Endocrine Society, 2011).

Tabla 4
Criterios clínicos para tamizaje según literatura revisada

Criterio de riesgo	Rango/definición	% de estudios que lo señalan (n = 54)	Algunos ejemplos de fuentes
Enfermedades crónicas	Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2, hipertensión arterial, obesidad (IMC ≥ 30 kg/m ²)	39 %	Mandarino <i>et al.</i> (2015); Parrales <i>et al.</i> (2025)

Adultos mayores	Edad ≥ 60 años	35 %	Souberbielle <i>et al.</i> (2010); Holick y Wacker (2013)
Baja exposición solar	<15–30 min de radiación UVB directa en cara y brazos ≥ 3 veces/semana	33 %	Cashman (2019); Wimalawansa, (2023)
Uso de medicamentos	Anticonvulsivantes/antiepilépticos	28 %	Endocrine Society (2011); Holick <i>et al.</i> (2011); Guías británicas (2020); Giustina <i>et al.</i> (2024)
Trastornos de malabsorción	Enfermedades que afectan absorción intestinal de grasas y vitaminas liposolubles: celíaca, EII, cirugía bariátrica	22 %	Giustina <i>et al.</i> (2024)
Piel oscura	Fototipo cutáneo V–VI o elevada melanina	19 %	Bouillon (2023)
Embarazo y lactancia	Embarazo en cualquier trimestre; lactancia durante primeros 6 meses	11 %	OPS/OMS

De acuerdo con la Tabla 4, el criterio más frecuente para realizar el tamizaje es la presencia de enfermedades crónicas, como diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensión arterial y obesidad, lo que representa el 39 % de los estudios revisados. Le siguen como criterios relevantes ser adulto mayor de 60 años (35 %) y presentar baja exposición solar (33 %), coincidiendo con la evidencia que identifica a estos grupos como los de mayor riesgo fisiopatológico.

Adicionalmente, el uso de medicamentos que interfieren con la síntesis, el metabolismo o la absorción de vitamina D se menciona en el 28 % de las guías y revisiones analizadas. Entre estos medicamentos se incluyen anticonvulsivantes o antiepilépticos, glucocorticoides sistémicos, antirretrovirales, fármacos antituberculosos, antifúngicos azólicos, quimioterápicos y otros, como colestiramina

u orlistat, todos ellos asociados con una disminución significativa de los niveles séricos de 25(OH)D. La incorporación de este criterio resulta especialmente pertinente para el contexto costarricense, debido al elevado número de personas en tratamiento crónico que pueden beneficiarse de un tamizaje oportuno.

Este enfoque refuerza la pertinencia del tamizaje selectivo, ya que asegura la eficiencia en el uso de recursos diagnósticos y mejora la capacidad de la CCSS para identificar poblaciones con riesgo real de deficiencia. Por último, aunque con menor frecuencia, se identifican como factores de riesgo los trastornos de malabsorción (22 %), la piel oscura (19 %) y el estado de embarazo o lactancia (11 %). Si bien estos factores representan un porcentaje menor, no deben ser subestimados en la priorización clínica.

Los hallazgos indican que el tamizaje universal no cuenta con recomendación internacional, mientras que el tamizaje selectivo sí posee respaldo científico. Esta situación coincide con la realidad costarricense, donde la disponibilidad de pruebas es limitada y su uso debe optimizarse. Lo anterior resalta la necesidad de priorizar el tamizaje en grupos de riesgo e incorporar variables contextualizadas a Costa Rica, como el nivel socioeconómico, la dieta baja en alimentos fortificados y la exposición solar variable según la zona. La evidencia reciente señala que el tamizaje dirigido y no el poblacional, constituye la estrategia más costo-efectiva. Por lo tanto, se recomienda aplicarlo únicamente en grupos con factores de riesgo clínicos o bioquímicos.

Los resultados sugieren que la CCSS puede adoptar un enfoque de tamizaje selectivo estructurado, fortaleciendo la identificación de factores de riesgo a través de la consulta integral de medicina general o en la consulta especializada, como en pacientes con convulsiones en neurología o en pacientes con VIH en infectología o medicina familiar y comunitaria (MFyC).

4.3.1.2. Medicamentos asociados a riesgo de deficiencia de vitamina D

La evidencia internacional coincide en que ciertos medicamentos constituyen un factor de riesgo clínico relevante para el desarrollo de deficiencia de vitamina D,

debido a su impacto directo sobre la síntesis cutánea, el metabolismo hepático y renal o la absorción intestinal de este micronutriente. Las principales guías revisadas, lo que incluye la Endocrine Society, la European Society of Endocrinology (ESE) y los lineamientos clínicos británicos, recomiendan incorporar el uso de estos fármacos como criterio formal para el tamizaje selectivo. En la revisión actual, este criterio estuvo presente en un aproximado del 28 % de las recomendaciones que se identificaron.

4.3.1.3. Grupos farmacológicos asociados a riesgo aumentado

Los medicamentos con mayor respaldo científico en cuanto a su interferencia con la vitamina D se agrupan de la siguiente manera:

- Anticonvulsivantes/antiepilépticos.
 - Incluyen fármacos como fenitoína, carbamazepina, fenobarbital y primidona.
 - Estos compuestos inducen enzimas hepáticas que aceleran el catabolismo de la 25(OH)D, lo que ocasiona niveles séricos disminuidos.
 - Las guías de la Endocrine Society y de la ESE los consideran de alto riesgo.
- Glucocorticoides sistémicos.
 - Algunos ejemplos: prednisona y dexametasona.
 - Reducen la absorción intestinal de calcio y disminuyen la conversión renal a metabolitos activos de vitamina D.
 - Son especialmente relevantes en personas que presentan enfermedades crónicas inflamatorias.
- Antirretrovirales (HAART).
 - Fármacos como efavirenz y tenofovir afectan el metabolismo óseo y los sistemas enzimáticos que se relacionan con la vitamina D.

- Las guías británicas y estadounidenses recomiendan el tamizaje en usuarios de tratamientos antirretrovirales prolongados. En este contexto y con base en los análisis del investigador, se recomienda especialmente en pacientes que asisten a clínicas de VIH, debido a que estos medicamentos se emplean de forma exclusiva para esta enfermedad. Asimismo, se sugiere evaluar el beneficio del tamizaje en pacientes que utilizan terapia de preexposición (PrEP) de manera regular.
- Fármacos antituberculosos.
 - La rifampicina y la isoniazida presentan mecanismos similares a los de los anticonvulsivantes mediante la inducción enzimática, lo que acelera la degradación de la vitamina D.
- Antifúngicos azólicos.
 - El ketoconazol, ampliamente descrito en la literatura endocrinológica, inhibe la síntesis de metabolitos activos de la vitamina D al bloquear enzimas del citocromo P450.
- Agentes quimioterapéuticos.
 - Diversos citotóxicos pueden alterar la función hepática y ósea, lo que afecta la disponibilidad de vitamina D.
 - La ESE y la Endocrine Society destacan a este grupo en poblaciones oncológicas.
- Otros medicamentos considerados de riesgo según las guías británicas.
 - Colestiramina: reduce la absorción intestinal de grasas y de vitaminas liposolubles.
 - Orlistat: inhibe las lipasas y reduce la absorción de vitamina D.
 - Los diuréticos tiazídicos y otros fármacos producen efectos indirectos sobre el metabolismo del calcio y la vitamina D.

4.3.1.4. Pertinencia para el contexto costarricense

La incorporación de este criterio resulta especialmente relevante para Costa Rica, debido a que en la CCSS existe una alta proporción de personas en tratamiento crónico, en particular usuarias de anticonvulsivantes, glucocorticoides y antirretrovirales. La presencia de estos medicamentos incrementa la probabilidad *pretest* de una deficiencia no detectada, lo que convierte al tamizaje selectivo en una estrategia costo-efectiva y clínicamente justificable.

Asimismo, la prevalencia de patologías como epilepsia, enfermedades autoinmunes, VIH y tuberculosis, todas con regímenes terapéuticos potencialmente interferentes, refuerza la necesidad de que los equipos de medicina general identifiquen estos medicamentos durante la consulta integral. Además, se debe considerar la atención en especialistas y hospitales donde se atiende a estos pacientes, ya que muchos no presentan hipertensión, diabetes u otro control crónico en el Ebais y la atención primaria, como primer contacto con el sistema de salud, puede no ser el lugar donde se haga el tamizaje. En este contexto es importante diferenciar entre atención primaria (enfoque integral y continuo de salud) y primer nivel de atención (primer contacto con el sistema de salud), pues la identificación y el tamizaje de estos pacientes puede no realizarse necesariamente en el primer nivel de atención.

4.3.1.5. Implicaciones para la propuesta de tamizaje

- Este criterio debe incorporarse de manera explícita en los algoritmos clínicos de decisión.
- Se recomienda que el expediente digital permita el registro automático de la presencia de fármacos asociados a riesgo.
- La identificación temprana permite evitar complicaciones que se relacionan con el metabolismo óseo, mejorar la adherencia terapéutica y optimizar el uso de recursos diagnósticos.

La evidencia respalda que el uso de medicamentos interferentes constituye un componente fundamental del tamizaje selectivo y su inclusión fortalece la aplicabilidad y pertinencia de la propuesta en el contexto institucional costarricense.

A partir de estos hallazgos, el procedimiento sistemático de tamizaje en adultos en atención primaria se fundamenta en la identificación activa de factores de riesgo clínicos, farmacológicos y contextuales durante la consulta integral. Posteriormente, se solicita de manera dirigida la determinación de 25(OH)D solo en personas con riesgo aumentado, descartando el tamizaje poblacional indiscriminado.

4.3.2. Objetivo n.º 2: establecer un esquema terapéutico clínico adecuado para el manejo de deficiencia de vitamina D

La revisión de la literatura evidencia que, aunque existen diferencias contextuales entre países y sistemas de salud, los esquemas terapéuticos para el manejo de la deficiencia de vitamina D presentan una alta convergencia en cuanto a los rangos de dosis, la duración del tratamiento y los criterios de mantenimiento, en especial en guías clínicas y consensos internacionales. Las variaciones observadas se deben principalmente a factores poblacionales, criterios diagnósticos y niveles de riesgo, más que a discrepancias sustantivas en la evidencia científica.

Diversas guías y estudios coinciden en que el tratamiento debe basarse en los niveles séricos de 25-hidroxivitamina D, diferenciando entre deficiencia severa, moderada, insuficiencia y fase de mantenimiento. A continuación, se presenta un cuadro comparativo que integra las principales recomendaciones terapéuticas descritas en la literatura revisada.

El análisis evidencia una significativa heterogeneidad en los esquemas terapéuticos, sin embargo, también revela un patrón general aceptado por la mayoría de las guías clínicas.

Tabla 5
Consenso terapéutico identificado en la literatura

Grado de deficiencia	Nivel sérico	Esquema sugerido	Evidencia
Deficiencia severa	<10 ng/ml	Altas dosis 50 000 UI semanales por 6–8 semanas	Holick (2013); Endocrine Society (2024)
Deficiencia moderada	10–20 ng/ml	2000–4000 UI/día por 8–12 semanas	Wimalawansa (2023)
Insuficiencia	20–30 ng/ml	800–2000 UI/día	Cashman (2019)
Mantenimiento	>30 ng/ml	800–1000 UI/día	Souberbielle <i>et al.</i> (2010)

La Tabla 5 sintetiza de manera clara el consenso terapéutico predominante en la literatura científica sobre el manejo de la deficiencia de vitamina D y muestra que la estratificación según los niveles séricos de 25-hidroxivitamina D constituye el eje central de las decisiones clínicas. Aunque los estudios y guías analizados provienen de diferentes contextos geográficos, se observa una coincidencia sustancial en los rangos de dosis recomendados, especialmente en los casos de deficiencia severa y moderada.

Las guías de la Endocrine Society y los trabajos de Holick (2013) respaldan el uso de dosis de carga altas (50 000 UI semanales) en casos de deficiencia severa, estrategia que tiene como objetivo una corrección rápida del déficit y la prevención de complicaciones óseas y extraóseas. En cuanto a la deficiencia moderada, estudios más recientes, como los de Wimalawansa (2023), recomiendan esquemas diarios de 2000 a 4000 UI, los cuales han demostrado ser seguros y efectivos en la población adulta.

En los niveles de insuficiencia y mantenimiento, la evidencia converge en torno a dosis más bajas, generalmente entre 800 y 2000 UI/día, en concordancia con las recomendaciones europeas y norteamericanas (Cashman *et al.*, 2019; Souberbielle *et al.*, 2010). Esta homogeneidad indica que, más allá de ligeras

variaciones en la duración o la frecuencia de administración, existe un núcleo terapéutico común ampliamente aceptado.

A partir de lo anterior se observa coherencia entre la evidencia internacional y las necesidades del sistema costarricense. Debido a que la CCSS dispone de vitamina D3 en una presentación estándar, los esquemas terapéuticos pueden adaptarse sin que se requiera medicamentos de alto costo.

Los estudios latinoamericanos incluidos (Pérez *et al.*, 2021; Parrales *et al.*, 2025) refuerzan que la deficiencia es altamente prevalente incluso en regiones con elevada radiación solar, lo que respalda la pertinencia del abordaje terapéutico.

Tabla 6

Comparación internacional de esquemas terapéuticos para la deficiencia de vitamina D

País/Guía	Punto de corte para deficiencia	Esquema terapéutico recomendado	¿Varía la dosis?	Referencia
Estados Unidos – Endocrine Society	<20 ng/ml	50 000 UI/semana × 6–8 semanas o 6000 UI/día; mantenimiento 1500–2000 UI/día	No sustancial	Holick (2011); Endocrine Society (2024)
Estados Unidos – IOM	<20 ng/ml	800–2000 UI/día	Más conservador	Ross <i>et al.</i> (2011)
Reino Unido – NICE	<25 nmol/L (<10 ng/ml)	20 000–40 000 UI/semana por 6–7 semanas	Forma, no dosis total	NICE (2022)
Canadá	<20 ng/ml	1000–2000 UI/día	Similar	Health Canada (2022)
Europa – Esceo	<20 ng/ml	800–2000 UI/día; dosis mayores en osteoporosis	Ajuste por riesgo	Esceo (2021)

Guía Global	<20 ng/ml	2000–4000 UI/día; hasta 7000 UI/día en obesidad	Ajuste individual	Pludowski <i>et al.</i> (2023)
América Latina	<20 ng/ml	800–2000 UI/día (manejo empírico frecuente)	Limitado por acceso	Pérez <i>et al.</i> (2021); Parrales <i>et al.</i> (2025)

El análisis comparativo permite afirmar que las dosis terapéuticas que se recomiendan no difieren de manera sustancial entre países, sino que las variaciones observadas se deben principalmente a:

1. Forma de administración: dosis diaria frente a dosis semanal.
2. Enfoque del sistema de salud: prevención poblacional frente a corrección clínica.
3. Disponibilidad de pruebas de laboratorio, especialmente en América Latina.

Las guías de países con sistemas de salud consolidados, como Estados Unidos, Reino Unido y Canadá, privilegian esquemas claramente protocolizados, con énfasis en la monitorización bioquímica. En contraste, en contextos latinoamericanos se describen estrategias más pragmáticas, que emplean dosis estándar y requieren un seguimiento laboratorial menos frecuente, sin que esto implique diferencias significativas en la dosis total administrada (Pérez *et al.*, 2021; Rodríguez *et al.*, 2022).

Consensos recientes destacan, además, la necesidad de ajustar las dosis en poblaciones específicas, como personas con obesidad, adultos mayores o pacientes con enfermedades crónicas, lo que introduce una variabilidad clínica justificada y basada en evidencia (Pludowski *et al.*, 2023; Giustina *et al.*, 2024).

La evidencia revisada demuestra que es posible establecer un esquema terapéutico clínico adecuado, coherente y científicamente fundamentado para el manejo de la deficiencia de vitamina D en personas adultas. A pesar de las diferencias contextuales entre países, las recomendaciones terapéuticas muestran

una alta convergencia en cuanto a dosis, duración y criterios de mantenimiento, lo que respalda la validez de un abordaje estandarizado.

Para Costa Rica, estos esquemas resultan clínicamente aplicables, costo-efectivos y compatibles con la disponibilidad de vitamina D3 en la CCSS, lo que permite implementarlos desde la atención primaria sin que se requiera tecnologías complejas. La adopción de un esquema terapéutico basado en evidencia contribuiría a reducir la variabilidad en la práctica clínica y a fortalecer la calidad del cuidado, cumpliendo plenamente con el objetivo de esta investigación.

4.3.2.1. Factores que modulan la respuesta terapéutica y ajustes clínicos

Para garantizar la individualización del tratamiento y maximizar la respuesta clínica, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Factores individuales: edad, índice de masa corporal (IMC), comorbilidades crónicas y medicación concomitante que pueden afectar la absorción y el metabolismo de la vitamina D.
- Monitorización: control de los niveles séricos después del tratamiento para ajustar la dosis según la respuesta individual.
- Poblaciones especiales: se requieren estrategias específicas durante el embarazo, la lactancia y en la población pediátrica, ya que los requerimientos y la seguridad pueden variar.
- Cumplimiento terapéutico: medidas para mejorar la adherencia en los tratamientos prolongados, que incluyen la educación del paciente y el seguimiento sistemático.

La literatura coincide en que la respuesta al tratamiento de la deficiencia de vitamina D no es homogénea entre los individuos. Por lo tanto, la individualización del esquema terapéutico constituye un componente esencial para garantizar la eficacia clínica y la seguridad. Diversos factores biológicos, clínicos y contextuales influyen en la absorción, el metabolismo y la biodisponibilidad de la vitamina D, lo

que justifica la necesidad de realizar ajustes específicos en la dosificación y el seguimiento (Holick, 2011; Pludowski *et al.*, 2023).

En primer lugar, los factores individuales, como la edad avanzada, el índice de masa corporal elevado y la presencia de comorbilidades crónicas, se asocian con una menor respuesta terapéutica. En personas con obesidad, por ejemplo, se documentó un secuestro de la vitamina D en el tejido adiposo, lo que puede requerir dosis superiores para alcanzar niveles séricos adecuados (Wacker y Holick, 2013; Pludowski *et al.*, 2023). Asimismo, enfermedades como la insuficiencia renal crónica, los trastornos hepáticos, la diabetes *mellitus* y las enfermedades autoinmunes pueden alterar la conversión metabólica de la vitamina D, lo que disminuye su efectividad clínica (Pilz *et al.*, 2011; Bouillon *et al.*, 2023).

El uso concomitante de ciertos medicamentos, como anticonvulsivantes, glucocorticoides y antirretrovirales, ha sido ampliamente descrito como un factor que interfiere con el metabolismo de la vitamina D, lo que incrementa el riesgo de deficiencia persistente a pesar del tratamiento estándar (Sumi *et al.*, 1981; Holicky Chen, 2015). Estas circunstancias respaldan la recomendación de evaluar de manera integral el perfil clínico del paciente antes de determinar la dosis y la duración del tratamiento.

La monitorización bioquímica posterior al tratamiento constituye otro elemento clave. La mayoría de las guías recomienda la reevaluación de los niveles séricos de 25(OH)D entre las 8 y 12 semanas después del inicio de la suplementación, con el fin de que se determine la respuesta terapéutica y realizar los ajustes necesarios (Endocrine Society, 2024; Giustina *et al.*, 2024). Este seguimiento permite identificar tanto la persistencia del déficit como el riesgo de sobretratamiento, especialmente en esquemas de altas dosis.

En relación con las poblaciones especiales, la evidencia indica que durante el embarazo y la lactancia los requerimientos de vitamina D pueden aumentar, debido a las demandas materno-fetales y al impacto potencial sobre la salud ósea y metabólica del recién nacido (Souberbielle *et al.*, 2010; Demay, 2024). Aunque este estudio se centra en la población adulta mayor de 18 años, es relevante

reconocer estas consideraciones para evitar la aplicación indiscriminada de esquemas terapéuticos. Asimismo, aunque la población pediátrica no forma parte del alcance directo de este estudio, su mención refuerza la necesidad de establecer protocolos diferenciados según el grupo etario.

4.3.3. Objetivo n.º 3: elaborar un flujograma clínico de tamizaje y tratamiento

Las guías clínicas revisadas coinciden en que un flujograma debe incluir:



La elaboración de un flujograma clínico para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D se fundamenta en la necesidad de estandarizar la toma

de decisiones clínicas en la atención primaria, reducir la variabilidad en la práctica y optimizar el uso de recursos diagnósticos y terapéuticos. La evidencia internacional señala que los flujogramas clínicos son herramientas fundamentales para traducir la evidencia científica en acciones concretas, especialmente en contextos de atención primaria donde el tiempo clínico y los recursos resultan limitados (OMS, 2020; CCSS, 2020).

Para elaborar un flujograma, es indispensable definir con claridad las etapas, los actores involucrados, los insumos, los productos y los puntos de decisión que conforman el proceso. En este sentido, resulta fundamental incorporar, tanto la secuencia lógica de las actividades como los elementos que permiten su implementación y seguimiento adecuados.

Enseguida, se presentan las evidencias y observaciones que se identificaron para Costa Rica, que sirven como insumo para el diseño y la validación del flujograma propuesto, asegurando que refleje de manera fiel la realidad operativa, normativa e institucional del país.

Tabla 7
Síntesis para construir el flujograma

Etapa del proceso	Evidencia que la respalda	Observaciones para Costa Rica
Identificación de riesgo	85 % de estudios	Debe registrarse en la historia clínica del EDUS durante las distintas consultas, no solo en el Ebais, para que sea accesible a todo el equipo de atención.
Tamizaje selectivo	72 %	Evita uso excesivo de pruebas 25(OH)D
Tratamiento estandarizado	68 %	CCSS cuenta con insumos disponibles
Seguimiento	44 %	Se sugiere uniformar criterios

Los resultados sintetizados en la Tabla 7 muestran que la identificación de factores de riesgo es el componente más consistentemente recomendado en la literatura (85 %), lo que refuerza la pertinencia de iniciar el flujograma a partir de una evaluación clínica sistemática. Algunos estudios realizados en Costa Rica y América Latina demuestran que variables como la edad avanzada, la obesidad, las enfermedades crónicas y el uso de determinados fármacos se asocian de manera significativa con niveles bajos de 25(OH)D, incluso en países con alta radiación solar (Acuña Fernández, 2018; Castro-Bonilla *et al.*, 2023; Ramírez *et al.*, 2022). Esto justifica que el flujograma priorice un tamizaje basado en el riesgo, en concordancia con recomendaciones internacionales que desaconsejan el tamizaje universal indiscriminado (Krist *et al.*, 2021; USPSTF, 2021).

Asimismo, la inclusión del tamizaje selectivo como etapa diferenciada responde a criterios de costoefectividad ampliamente documentados. Diversos autores señalan que la medición de 25(OH)D debe reservarse para personas con factores de riesgo clínico claros, lo que permite evitar la medicalización innecesaria y el uso excesivo de pruebas de laboratorio (Bouillon *et al.*, 2023; Giustina *et al.*, 2024). Esta aproximación resulta relevante para el sistema de salud costarricense, donde la racionalización de recursos constituye un principio rector del modelo de atención primaria (CCSS, 2020).

En cuanto al tratamiento estandarizado, la evidencia indica que disponer de esquemas terapéuticos claros dentro del flujograma facilita la toma de decisiones clínicas, reduce los errores de dosificación y mejora la adherencia terapéutica. Las guías internacionales coinciden en que la suplementación con colecalciferol es segura, eficaz y adaptable a diversos contextos, siempre que se base en la estratificación por niveles séricos (Holick, 2007; Ross *et al.*, 2011; Pludowski *et al.*, 2023). La disponibilidad de vitamina D3 en la CCSS refuerza la viabilidad operativa de integrar esta etapa en un flujograma institucional.

El seguimiento clínico, aunque se reporta con menor frecuencia en los estudios revisados (44 %), constituye un elemento fundamental para evaluar la efectividad del tratamiento y ajustar las dosis según la respuesta individual. La

literatura destaca que la reevaluación de los niveles séricos entre 8 y 12 semanas permite identificar tanto la normalización bioquímica como posibles fallas terapéuticas, en especial en pacientes con comorbilidades o problemas de adherencia (Souberbielle *et al.*, 2010; Bouillon *et al.*, 2023). La ausencia de criterios uniformes de seguimiento, señalada en la Tabla 6, evidencia una brecha que el flujograma propuesto busca subsanar.

Por otra parte, la incorporación explícita de la educación del paciente como componente del flujograma responde a un enfoque biopsicosocial de la atención, alineado con el modelo de promoción de la salud y autocuidado descrito por Pender (2011) y Orem (2001). Algunos estudios recientes destacan que la educación sobre exposición solar segura, la adherencia a la suplementación y los hábitos de vida saludables mejora significativamente los resultados clínicos y ayuda a que no recurra la deficiencia (Bouillon *et al.*, 2023; Palacios *et al.*, 2022).

La comparación con experiencias internacionales, como las de Canadá, Reino Unido, Chile y España, demuestra que los países que han integrado flujogramas clínicos en sus protocolos nacionales presentan mayor coherencia en la práctica clínica y mejores indicadores de control de la deficiencia de vitamina D (NICE, 2022; Health Canada, 2022; Minsal Chile, 2023). En este sentido, Costa Rica dispone de las capacidades técnicas, normativas e institucionales necesarias para implementar un flujograma similar. Sin embargo, la ausencia de un estándar nacional ha favorecido la heterogeneidad de los abordajes, tal como señalan estudios locales (Castro-Bonilla, 2023).

En síntesis, la evidencia revisada respalda de manera consistente la elaboración de un flujograma clínico adaptado a la atención primaria costarricense, con base en la identificación del riesgo, el tamizaje selectivo, el tratamiento estandarizado, el seguimiento clínico y la educación del paciente. Este flujograma no solo responde al objetivo que se planteó, sino que constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, la equidad y la eficiencia en el abordaje de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años.

El análisis demuestra que existe suficiente evidencia para justificar la elaboración de un flujograma adaptado a la atención primaria costarricense, centrado en un enfoque costo-efectivo y basado en el riesgo. Este modelo coincide con las experiencias de Canadá, Reino Unido, Chile y España (NICE, 2022; Minsal Chile, 2023; NIH, 2022).

Tabla 8
Elementos esenciales del flujograma integrado

Etapa	Acción clínica	Criticidad para atención primaria
Identificación	Aplicación de criterios de riesgo	Reduce carga futura de enfermedad
Diagnóstico	Medición de 25(OH)D	Permite clasificar severidad
Tratamiento	Suplementación segura	Mejora funcionalidad y calidad de vida
Seguimiento	Reevaluación en 12 semanas	Determina éxito o falla terapéutica
Educación	Consejería personalizada	Aumenta adherencia y autocuidado

La Tabla 8 resume los elementos clínicos esenciales que deben integrarse en el flujograma propuesto, articulando cada etapa del proceso con acciones concretas y su relevancia para la atención primaria. La identificación temprana, mediante la aplicación sistemática de criterios de riesgo, permite anticipar complicaciones asociadas a la deficiencia de vitamina D y reducir la carga futura de enfermedad, especialmente en personas con comorbilidades crónicas (Acuña Fernández, 2018; Castro-Bonilla *et al.*, 2023).

La etapa diagnóstica, basada en la medición de 25(OH)D, constituye el eje para clasificar la gravedad de la deficiencia y orientar el tratamiento de manera segura y eficaz, tal como lo recomiendan múltiples guías internacionales (Holick, 2007; Ross *et al.*, 2011; Pludowski *et al.*, 2023).

El tratamiento mediante suplementación estandarizada se asocia con mejoras en la función, la salud ósea y la calidad de vida, especialmente cuando se

aplica de manera oportuna y basada en evidencia (Bouillon *et al.*, 2023; Giustina *et al.*, 2024). Asimismo, el seguimiento clínico a las 8–12 semanas permite evaluar la respuesta terapéutica y realizar ajustes individualizados, aspecto clave en el manejo longitudinal desde la atención primaria (Souberbielle *et al.*, 2010).

Finalmente, la educación del paciente se reconoce como un componente transversal del flujograma, ya que fortalece la adherencia al tratamiento y promueve el autocuidado, en concordancia con los modelos de promoción de la salud y atención integral (Pender, 2011; OMS, 2020).

4.3.3.1. Rol de la atención primaria

Los estudios revisados destacan que la atención primaria constituye el escenario óptimo para prevenir la deficiencia de vitamina D, debido a su proximidad con la comunidad, su continuidad y su enfoque integral. La incorporación del tamizaje en la consulta por riesgo metabólico o control crónico resulta factible y costo-efectiva.

La atención primaria en salud (APS) se reconoce internacionalmente como el nivel más adecuado para abordar la deficiencia de vitamina D desde una perspectiva preventiva, continua e integral, en concordancia con los principios establecidos en la Declaración de Astaná (OMS, 2018). Su cercanía con la comunidad, la continuidad en el cuidado y el abordaje de los determinantes sociales de la salud permiten identificar de manera oportuna a las personas con mayor riesgo, incluso antes de la aparición de manifestaciones clínicas evidentes (OMS, 2020).

La literatura revisada destaca que la integración del tamizaje de vitamina D en las consultas habituales de control de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes *mellitus*, la hipertensión arterial y la enfermedad renal crónica, resulta factible y costo-efectiva, ya que aprovecha los contactos establecidos con el sistema de salud y evita crear circuitos paralelos de atención (Pilz *et al.*, 2011; Morla, 2020). Algunos estudios realizados en Costa Rica y otros países de América Latina evidencian que estas condiciones crónicas se asocian con una mayor

prevalencia de hipovitaminosis D, lo que fortifica la pertinencia del abordaje desde la APS (Acuña Fernández, 2018; Ramírez *et al.*, 2022; Castro-Bonilla, 2023).

Asimismo, el enfoque integral propio de la APS facilita incorporar intervenciones no farmacológicas, como la educación sobre exposición solar segura, los hábitos alimentarios y la adherencia terapéutica, aspectos que han demostrado influir positivamente en los niveles séricos de vitamina D y en la sostenibilidad de los resultados a largo plazo (Bouillon *et al.*, 2023; Palacios *et al.*, 2022). En este sentido, el flujograma clínico propuesto se alinea con el modelo de atención primaria costarricense, ya que promueve decisiones clínicas estructuradas, seguimiento longitudinal y trabajo interdisciplinario dentro de los Ebais y otros servicios ambulatorios de la CCSS (CCSS, 2020).

4.3.3.2. Síntesis transversal de los resultados

La síntesis de los resultados obtenidos a partir de la revisión de la literatura indica que los países con mejores indicadores que se relacionan con el estado de vitamina D en la población comparten características comunes: protocolos clínicos estandarizados, guías institucionales actualizadas y estrategias sistemáticas de capacitación dirigidas a los profesionales de la salud (NICE, 2022; Health Canada, 2022; Giustina *et al.*, 2024). Estos elementos contribuyen a reducir la variabilidad en la práctica clínica y a mejorar la coherencia entre el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento.

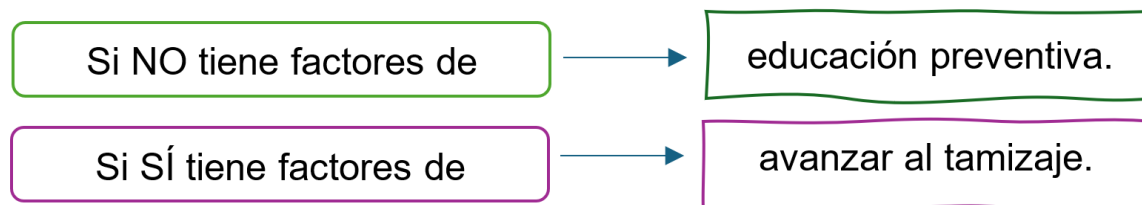
La evidencia también indica que la ausencia de lineamientos nacionales claros favorece abordajes heterogéneos, con diferencias en los criterios de tamizaje, las dosis terapéuticas y los esquemas de seguimiento, situación descrita, tanto en estudios internacionales como en análisis realizados en el contexto costarricense (Krist *et al.*, 2021; Castro-Bonilla, 2023). Esta heterogeneidad puede traducirse en subdiagnóstico, sobreutilización de pruebas de laboratorio o tratamientos insuficientes, lo que impacta negativamente en la eficiencia del sistema de salud.

En el caso de Costa Rica, los resultados indican que, aunque existen capacidades técnicas, normativas y de recurso humano para implementar un abordaje estandarizado desde la atención primaria, la ausencia de un flujograma clínico oficial limita la uniformidad de las intervenciones. La propuesta de un flujograma adaptado al contexto nacional surge, por lo tanto, como una herramienta estratégica para articular la evidencia científica con la práctica clínica cotidiana, fortalecer la toma de decisiones y contribuir a una atención más equitativa y costo-efectiva en la población adulta (CCSS, 2020; Bouillon *et al.*, 2023).

La revisión demuestra que los países con mejores indicadores en vitamina D cuentan con protocolos clínicos integrados, guías institucionales actualizadas y sistemas sólidos de educación para profesionales. Costa Rica dispone de las capacidades técnicas necesarias para adoptarlos, pero carece de un estándar nacional, lo que se refleja en la heterogeneidad de las prácticas.

4.3.3.2.1. Identificación del paciente

- Mayor de 18 años.
- Revisar factores de riesgo:
 - Persona adulta mayor (mayor de 60 años).
 - Obesidad
 - Enfermedad renal crónica, diabetes, hipertensión arterial, enfermedades autoinmunes.
 - Síndromes de malabsorción
 - Fármacos: anticonvulsivos, corticoides y antirretrovirales.
 - Piel oscura o escasa exposición solar.
 - Inmovilidad prolongada.
 - Riesgo de fracturas u osteoporosis.



4.3.3.2.2. Tamizaje clínico

El tamizaje clínico de la deficiencia de vitamina D constituye una etapa fundamental dentro del flujograma propuesto, ya que permite equilibrar la detección oportuna de casos con el uso racional de los recursos diagnósticos. La medición del nivel sérico de 25-hidroxivitamina D es reconocida como el estándar de referencia para evaluar el estado de vitamina D, sin embargo, diversas guías clínicas coinciden en que su solicitud debe realizarse de manera selectiva y basada en el riesgo, especialmente en el ámbito de la atención primaria (Holick, 2007; Ross *et al.*, 2011; Krist *et al.*, 2021).

Cuando la prueba de 25(OH)D está disponible, su solicitud permite clasificar la gravedad de la deficiencia y orientar de manera precisa el esquema terapéutico, lo que reduce el riesgo de subtratamiento o suplementación innecesaria. Esta estrategia es coherente con las recomendaciones de sociedades científicas internacionales, que enfatizan la importancia de vincular el resultado bioquímico con la toma de decisiones clínicas estructuradas (Pludowski *et al.*, 2023; Giustina *et al.*, 2024).

No obstante, la literatura reconoce que, en contextos donde el acceso a la prueba es limitado, ya sea por disponibilidad, costos o tiempos de respuesta, resulta clínicamente válido aplicar un manejo empírico basado en factores de riesgo, apoyado en la evaluación clínica integral del paciente. Esta aproximación se ha descrito como segura y costo-efectiva en poblaciones con alta prevalencia de deficiencia, siempre que se utilicen dosis conservadoras y se garantice el seguimiento clínico posterior (Bouillon *et al.*, 2023; Souberbielle *et al.*, 2010).

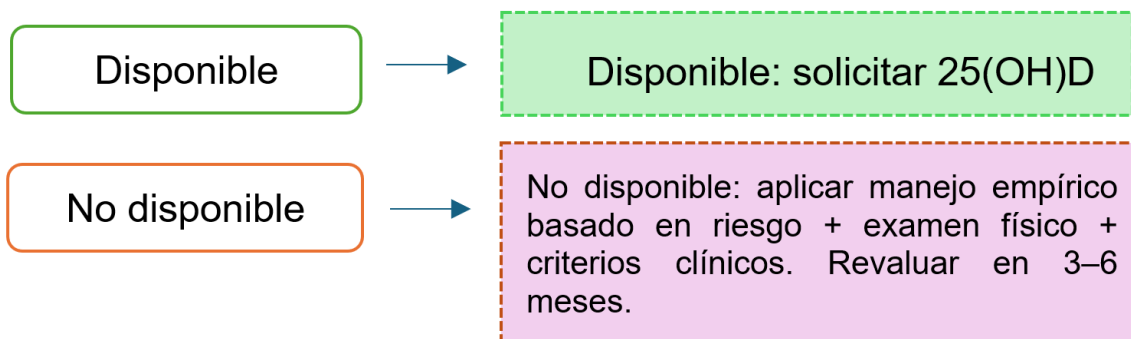
Estudios realizados en Costa Rica y otros países de América Latina respaldan este enfoque, al demostrar que grupos poblacionales con características

clínicas definidas, como adultos mayores, personas con obesidad o enfermedades crónicas, presentan una probabilidad elevada de hipovitaminosis D, incluso sin confirmación inicial mediante laboratorio (Acuña Fernández, 2018; Ramírez *et al.*, 2022; Castro-Bonilla *et al.*, 2023). En estos casos, el tamizaje clínico basado en el riesgo permite iniciar intervenciones oportunas desde la atención primaria, lo que minimiza retrasos en el tratamiento.

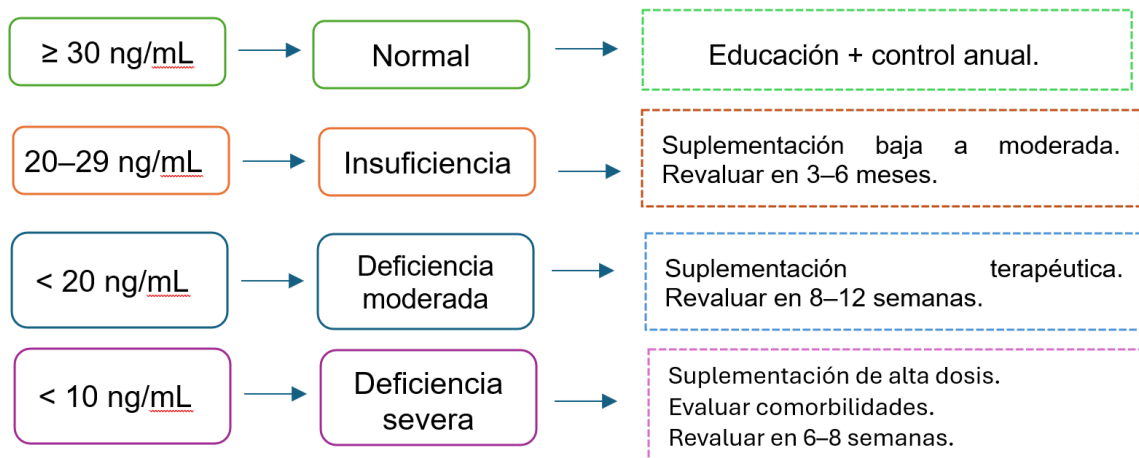
En el marco del flujograma propuesto, la coexistencia de ambas rutas, tamizaje con medición sérica y manejo empírico, responde a un enfoque pragmático y adaptable al contexto del sistema de salud costarricense. Esta flexibilidad operativa fortalece la capacidad resolutive de la atención primaria, sin comprometer la seguridad del paciente ni la coherencia con la evidencia científica disponible (CCSS, 2020; OMS, 2020).

4.3.3.3. Procedimiento de 25(OH)D

Solicitar nivel sérico de 25(OH)D según la disponibilidad local.



4.3.3.3.1. Resultados del laboratorio (25[OH]D)



La interpretación de los resultados séricos de 25-hidroxivitamina D representa un punto crítico de decisión en el flujograma clínico, ya que permite clasificar el estado nutricional de la vitamina D y determinar el abordaje terapéutico más adecuado. La literatura coincide en que el nivel de 25(OH)D es el mejor marcador disponible para evaluar las reservas corporales de vitamina D, debido a su estabilidad y correlación con los efectos biológicos de la hormona (Holick, 2007; Bikle, 2023).

A pesar de algunas diferencias históricas en los puntos de corte, los consensos más recientes demuestran una convergencia en la clasificación de los niveles séricos. Diversas guías y revisiones internacionales reconocen como deficiencia severa los valores inferiores a 10 ng/ml, deficiencia moderada entre 10 y 20 ng/ml, insuficiencia entre 20 y 30 ng/ml y niveles adecuados aquellos iguales o superiores a 30 ng/ml (Ross *et al.*, 2011; Souberbielle *et al.*, 2010; Giustina *et al.*, 2024). Esta estratificación sustenta el flujograma propuesto, ya que permite una toma de decisiones clara, reproducible y alineada con la evidencia.

La clasificación correcta de los resultados de laboratorio no solo orienta la dosis y la duración del tratamiento, sino que también permite identificar grupos de mayor riesgo que requieren un seguimiento más estrecho. Algunos estudios observacionales y metaanálisis han demostrado que niveles séricos persistentemente bajos de 25(OH)D se asocian con un mayor riesgo de alteraciones

óseas, deterioro funcional y exacerbación de enfermedades crónicas, en particular en adultos mayores y personas con comorbilidades metabólicas (Pilz *et al.*, 2011; Mandarino *et al.*, 2015; Bouillon *et al.*, 2023).

En el contexto costarricense, investigaciones locales han evidenciado una alta prevalencia de niveles insuficientes y deficientes de vitamina D en la población adulta y adulta mayor, lo que refuerza la relevancia clínica de interpretar adecuadamente los resultados y evitar su minimización como hallazgo incidental (Acuña Fernández, 2018; Ramírez *et al.*, 2022; Castro-Bonilla *et al.*, 2023). La falta de criterios uniformes de interpretación puede conducir a decisiones clínicas dispares, como la omisión del tratamiento o la prescripción de dosis inadecuadas.

Asimismo, la literatura enfatiza que la interpretación del resultado de 25(OH)D debe realizarse siempre junto con la evaluación clínica integral del paciente. Factores como la obesidad, las enfermedades renales o hepáticas, el uso de ciertos medicamentos y las condiciones de malabsorción pueden modificar la respuesta al tratamiento y justificar ajustes posteriores, incluso cuando los niveles iniciales se encuentren en rangos similares (Pludowski *et al.*, 2023; Bouillon *et al.*, 2023).

Dentro del flujograma propuesto, esta etapa permite establecer un vínculo claro entre el tamizaje y el manejo terapéutico, asegurando que las decisiones clínicas se fundamenten en criterios objetivos y estandarizados. Así, la interpretación de los resultados de laboratorio se consolida como un componente esencial para mejorar la coherencia del abordaje clínico desde la atención primaria y fortalecer la calidad del cuidado brindado a la población adulta.

4.3.3.3.2. Manejo terapéutico

El manejo terapéutico dentro del flujograma se estructura a partir de la clasificación bioquímica del estado de vitamina D, lo que permite una toma de decisiones clínica estandarizada, segura y adaptable al primer nivel de atención. La evidencia internacional coincide en que la intervención debe diferenciarse según la severidad de la deficiencia, con el objetivo de optimizar la respuesta clínica y reducir

los riesgos asociados a una suplementación inadecuada (Holick *et al.*, 2011; Giustina *et al.*, 2024).

A) Insuficiencia (20–29 ng/mL)	B) Deficiencia moderada (10–19 ng/mL)	C) Deficiencia severa (<10 ng/mL)
<ul style="list-style-type: none"> • 800–1 000 UI/día • Exposición solar 10–20 min 3–4 veces/semana • Educación dietética 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 000–2 000 UI/día • Seguimiento a 8–12 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 000 UI semanal × 6–8 semanas ó • 5 000 UI/día • Reevaluación estricta + comorbilidades

Nota. Dosis derivadas y adaptadas de Holick, 2011; IOM, 2011; NICE, 2022; Endocrine Society, 2024.

En los casos de insuficiencia de vitamina D (20–29 ng/ml), el enfoque terapéutico prioriza estrategias conservadoras, que combinan la suplementación oral a dosis bajas o moderadas (800–1000 UI/día) con intervenciones no farmacológicas, como la exposición solar controlada y la educación nutricional. Este abordaje cuenta con el respaldo de múltiples guías clínicas, las cuales señalan que, en este rango, la corrección puede lograrse de manera progresiva, lo que minimiza la necesidad de recurrir a altas dosis farmacológicas (Cashman *et al.*, 2016; NICE, 2022). La inclusión de consejería dietética y la promoción de hábitos saludables refuerza el carácter preventivo del modelo de atención primaria.

Para la deficiencia moderada (10–19 ng/ml), el flujograma propone aumentar la dosis de suplementación (1000–2000 UI/día), junto con un seguimiento clínico a las 8–12 semanas. Este esquema es coherente con las recomendaciones de la Endocrine Society y otras revisiones sistemáticas, que subrayan la necesidad de un control posterior para confirmar la normalización de los niveles séricos y ajustar la dosis según la respuesta individual (Holick *et al.*, 2013; Pludowski *et al.*, 2023). En este grupo, la estandarización del tratamiento contribuye a reducir la variabilidad clínica observada en la práctica cotidiana.

En situaciones de deficiencia severa (<10 ng/ml), el manejo terapéutico se vuelve más complejo y requiere un abordaje más intensivo. La administración de dosis altas, como 50 000 UI semanales durante 6–8 semanas o esquemas diarios

equivalentes, está ampliamente documentada en la literatura como una estrategia eficaz para la rápida reposición de los depósitos de vitamina D (Holick *et al.*, 2011; Giustina *et al.*, 2024). Sin embargo, las guías enfatizan la necesidad de una reevaluación estricta, en especial en pacientes con comorbilidades crónicas, riesgo de hipercalcemia o uso concomitante de medicamentos que alteran el metabolismo óseo-mineral.

Desde la perspectiva del sistema de salud costarricense, este manejo terapéutico escalonado resulta factible y se encuentra alineado con la disponibilidad de vitamina D3 en la CCSS. La propuesta evita el uso indiscriminado de dosis elevadas y promueve una utilización racional de los recursos, reforzando el papel resolutivo de la atención primaria. Asimismo, al integrarse en un flujograma clínico, se facilita la toma de decisiones homogéneas entre los profesionales, lo que reduce la heterogeneidad de prácticas identificada en la revisión de la literatura nacional e internacional (CCSS, 2020; OMS, 2020).

4.3.3.3.3. Seguimiento

El seguimiento constituye una etapa fundamental del flujograma clínico propuesto, ya que permite evaluar la efectividad del tratamiento instaurado, garantizar la seguridad del paciente y asegurar la sostenibilidad de los resultados a mediano y largo plazo. La literatura coincide en que la ausencia de un seguimiento estructurado representa una de las principales debilidades en el manejo de la deficiencia de vitamina D en atención primaria, lo que contribuye a la persistencia de niveles subóptimos y a la variabilidad en la práctica clínica (Souberbielle *et al.*, 2010; Pludowski *et al.*, 2023).

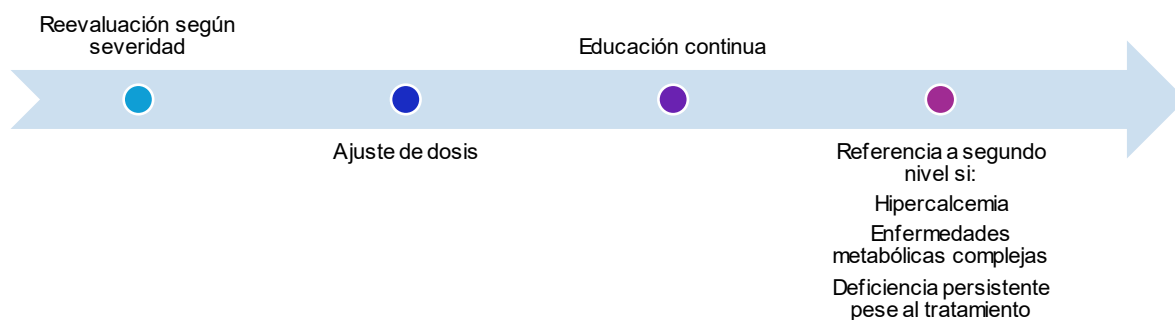
Las guías clínicas recomiendan que la reevaluación se haga, en promedio, entre 8 y 12 semanas después del inicio del tratamiento, período considerado suficiente para observar cambios significativos en los niveles séricos de 25(OH)D y en la respuesta clínica del paciente (Holick *et al.*, 2011; Giustina *et al.*, 2024). Esta reevaluación permite clasificar al paciente en tres escenarios principales: respuesta adecuada, respuesta parcial o falla terapéutica, cada uno con implicaciones clínicas específicas dentro del flujograma.

En pacientes que presentan una respuesta adecuada, el seguimiento orienta la transición hacia esquemas de mantenimiento y refuerza las intervenciones educativas, con énfasis en la adherencia, la exposición solar segura y la alimentación. En contraste, una respuesta parcial obliga a revisar factores que puedan interferir con la absorción o el metabolismo de la vitamina D, como la obesidad, la polifarmacia o la presencia de enfermedades crónicas, lo cual ha sido ampliamente documentado en la literatura internacional (Bouillon *et al.*, 2023; Wimalawansa, 2023).

La falla terapéutica, aunque menos frecuente, requiere una reevaluación clínica integral y, en algunos casos, la derivación a niveles de atención especializada. Las guías enfatizan que este grupo de pacientes suele presentar comorbilidades complejas. Por lo tanto, el seguimiento desempeña un papel fundamental en la detección temprana de condiciones subyacentes y en la prevención de complicaciones asociadas al metabolismo óseo-mineral (NICE, 2022; NIH, 2022).

Desde la perspectiva de la atención primaria costarricense, el seguimiento estructurado resulta factible mediante la integración del control clínico en las consultas de seguimiento de enfermedades crónicas, aprovechando los registros electrónicos del EDUS. Esta estrategia favorece la continuidad asistencial y la trazabilidad del manejo, elementos esenciales para reducir la heterogeneidad de las prácticas y fortalecer la toma de decisiones clínicas con base en la evidencia (CCSS, 2020; OMS, 2020).

En síntesis, el seguimiento no debe considerarse una etapa aislada, sino un proceso dinámico que retroalimenta el flujograma clínico. Su incorporación sistemática permite cerrar el ciclo de atención, asegurar la efectividad del tratamiento y consolidar un abordaje integral de la deficiencia de vitamina D desde la atención primaria.



El componente de seguimiento clínico dentro del flujograma propuesto para el abordaje de la deficiencia de vitamina D en personas adultas ilustra el carácter continuo y secuencial del seguimiento, destacando la importancia de la reevaluación periódica como eje central para determinar la respuesta terapéutica, ajustar las intervenciones y garantizar la seguridad del paciente. Su inclusión permite visualizar el seguimiento como un proceso dinámico que retroalimenta las decisiones clínicas previas y favorece la continuidad asistencial desde la atención primaria.

En conjunto, la elaboración del flujograma clínico de tamizaje, tratamiento y seguimiento para la deficiencia de vitamina D permite operacionalizar la evidencia científica revisada en un modelo práctico, estructurado y aplicable al contexto de la atención primaria en Costa Rica. El flujograma propuesto integra criterios de riesgo, puntos de decisión clínica y esquemas terapéuticos diferenciados según la severidad, lo que asegura la continuidad asistencial y el uso racional de los recursos disponibles.

4.3.4. Comparación internacional del abordaje clínico

Tabla 9

Comparación internacional del abordaje clínico

Aspecto analizado	Canadá (Health Canada, 2023)	Reino Unido (NICE, 2022)	Chile (Minsal, 2021)	Costa Rica (situación actual)
Tipo de tamizaje	Dirigido a grupos de riesgo; no poblacional.	Dirigido a poblaciones con factores de riesgo clínico.	Tamizaje en grupos de riesgo y zonas con baja radiación solar.	No existe lineamiento oficial; las pruebas se solicitan de forma empírica.
Guía nacional vigente	Guía de suplementación y niveles óptimos por edad y etnia.	Guía NICE NG187 sobre vitamina D y salud ósea.	Norma técnica para evaluación y suplementación de vitamina D.	No hay guía nacional ni protocolo institucional de la CCSS.
Definición de deficiencia	<20 ng/ml	<20 ng/ml	<20 ng/ml	Variable según criterio médico.
Tratamiento recomendado	Dosis estandarizadas: 800–2000 UI/día o 50,000 UI/semana x 8 sem.	Dosis ajustadas a edad y exposición solar.	800–2000 UI/día; enfatiza fuentes dietéticas.	No existe consenso institucional sobre dosis ni seguimiento.
Seguimiento	Reevaluación a los 3–6 meses.	Reevaluación a los 3 meses.	Control a los 3 y 6 meses.	No hay seguimiento estandarizado.

Rol de atención primaria	Coordinación comunitaria y prevención.	Educación, prevención y control en adultos mayores.	Integración en APS con enfoque preventivo.	Limitado a tratamiento sintomático y solicitud de laboratorios.
Educación y promoción	Campañas sobre exposición solar segura.	Folletos y asesoramiento en APS.	Material educativo nacional.	No existen campañas específicas.

4.3.5. Análisis comparativo y hallazgos

1. Ausencia de lineamientos nacionales en Costa Rica:

A diferencia de los países analizados, Costa Rica no cuenta con una guía oficial para el manejo clínico o la suplementación con vitamina D, lo que provoca variabilidad en las decisiones médicas y desigualdad en la atención entre regiones.

2. Necesidad de un tamizaje dirigido:

Las guías internacionales coinciden en que el tamizaje poblacional no resulta costo-efectivo. El abordaje propuesto adopta esta estrategia, se enfoca en individuos con alto riesgo, optimiza recursos y evita sobrediagnósticos.

3. Uniformidad en los criterios diagnósticos:

Los tres países coinciden en utilizar < 20 ng/ml como punto de corte para deficiencia; el abordaje propuesto lo incorpora. Lo anterior tiene el fin de alinear la práctica costarricense con los estándares internacionales.

4. Tratamiento y dosis adaptadas:

La propuesta costarricense replica las dosis terapéuticas que recomienda la Endocrine Society (2024) y Health Canada (2023) y presenta la ventaja de incorporar un componente educativo sobre la exposición solar en climas tropicales, adaptado a las condiciones del país.

5. Rol del personal de Enfermería y equipos Ebais:

A diferencia de otros contextos, en Costa Rica el modelo de atención primaria se estructura en torno a los Ebais, lo que permite una intervención continua, domiciliaria y educativa. El abordaje propuesto fortalece este rol mediante la asignación de responsabilidades claras para enfermería, nutrición y medicina general.

6. Fortalezas del modelo costarricense:

- Alta cobertura en la atención primaria (CCSS).

- Sistema electrónico de registro (EDUS) que facilita el seguimiento.
- Capacidad para desarrollar intervenciones educativas en la comunidad.

7. Oportunidades de mejora:

- Elaborar una guía nacional para el abordaje clínico de la deficiencia de vitamina D.
- Capacitar a los equipos de salud en el diagnóstico y la suplementación segura.
- Incluir la determinación de 25(OH)D en la lista oficial de pruebas de laboratorio de atención primaria.
- Promover campañas educativas sobre la exposición solar y la alimentación saludable.

4.4. Validación del enfoque propuesto

La estrategia de abordaje clínico diseñada para Costa Rica es coherente con las recomendaciones de la Endocrine Society (2024) y el NICE (2022), aunque incorpora adaptaciones específicas:

- Considera la radiación elevada solar presente en el país y la diversidad de exposiciones según la zona geográfica.
- Prioriza la educación en salud y el autocuidado por encima del intervencionismo farmacológico.
- Integra el proceso de seguimiento en el sistema EDUS y asegura la trazabilidad.
- Enfatiza la interdisciplinariedad y la acción comunitaria, en consonancia con el modelo de salud costarricense.

4.5. Estrategia de abordaje clínico para la deficiencia de vitamina D en adultos desde la atención primaria en Costa Rica

4.5.1. Objetivo general

Establecer un abordaje clínico estandarizado, costoefectivo y contextualizado al sistema de salud costarricense para el tamizaje, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años.

4.5.2. Principios rectores

1. Integralidad: se fundamenta en la atención primaria y la medicina familiar.
2. Prevención y promoción: educación sobre la exposición solar, la dieta y el autocuidado.
3. Equidad y pertinencia: adaptado a regiones rurales, zonas indígenas y áreas urbanas.
4. Interdisciplinaria: participación de médicos, personal de Enfermería, especialistas en Nutrición, profesionales de Farmacia, promotores de salud y trabajadores sociales.
5. Con base en evidencia: adaptación de las guías de la Endocrine Society (2024) y del NICE Clinical Guideline (Reino Unido).

4.5.3. Ejes del abordaje clínico

- a) Identificación de la población en riesgo.

Tamizar únicamente a individuos con alto riesgo, lo que evita el tamizaje poblacional, siguiendo los modelos de Canadá y Reino Unido.

- b) Criterios de riesgo:

- Adultos mayores (>65 años).
- Enfermedades óseas (osteoporosis y osteomalacia).

- Síndromes de malabsorción.
- Enfermedades renales o hepáticas crónicas.
- Obesidad (IMC >30).
- Medicación prolongada con glucocorticoides o anticonvulsivos.
- Personas institucionalizadas o con escasa exposición solar.



4.5.4. Evaluación clínica inicial

1. Interrogatorio y examen físico (síntomas: fatiga, debilidad, dolor óseo).
2. Evaluar los factores dietéticos y la exposición solar.
3. Solicitar 25(OH)D sérico solo en casos con riesgo o síntomas.

Interpretación de niveles séricos:

Nivel sérico de vitamina D	Interpretación	Distintivo
≥30 ng/ml	Suficiencia	● Verde
20–29 ng/ml	Insuficiencia	● Amarillo
<20 ng/ml	Deficiencia	● Rojo

4.5.5. Intervención terapéutica

- a. Tratamiento farmacológico.

- Deficiencia severa (<20 ng/ml): 50,000 UI por semana de vitamina D₃ durante 6 a 8 semanas, posteriormente, mantenimiento con 1,000 a 2,000 UI por día.
 - Insuficiencia (20–29 ng/ml): 800–1,000 UI al día vía oral.
 - Mantenimiento (prevención): 600–800 UI por día (alimentación y exposición solar complementaria).
- b. Medidas no farmacológicas.
- Exposición solar durante 10 a 15 minutos, tres veces por semana, evitando las horas de mayor intensidad solar.
 - Dieta rica en vitamina D, que incluye pescados grasos, huevos y lácteos fortificados.
 - Promoción del ejercicio físico de manera regular.
- c. Rol de los servicios de nutrición.

Además del tratamiento farmacológico, el abordaje integral de la deficiencia de vitamina D debe incluir estrategias no farmacológicas centradas en la alimentación, la exposición solar segura y la educación para la salud. Los servicios de nutrición de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) desempeñan un papel fundamental en este enfoque, mediante la valoración individualizada del estado nutricional, la elaboración de planes dietéticos que incluyan alimentos ricos en vitamina D, como pescados grasos, lácteos fortificados y huevos, así como la promoción de hábitos de vida saludables.

La intervención de nutricionistas en el primer nivel de atención refuerza la prevención primaria, optimiza la adherencia al tratamiento y reduce el riesgo de complicaciones asociadas a la deficiencia, constituyéndose en un complemento esencial del flujograma clínico propuesto. Asimismo, resulta relevante fomentar el autocuidado, tal como lo plantea la teoría del autocuidado de Orem (2001), que proporciona un marco para comprender la responsabilidad de la persona en el mantenimiento de su propia salud.

Aunque la evidencia varía según el país, el contexto y la población estudiada, diversos estudios regionales alertan sobre una alta prevalencia de hipovitaminosis D en Latinoamérica. En una revisión sobre el estado de la vitamina D en América Latina y el Caribe, la mediana de las prevalencias reportadas de niveles de vitamina D menores que 30 ng/ml (*deficiencia*) fue de 70.4 % (Rodríguez *et al.*, 2022). En la población adulta mayor de Brasil, se reportó una prevalencia de deficiencia de 34.2 % e insuficiencia de 35.2 % (Silva *et al.*, 2021).

En Costa Rica, un estudio transversal realizado en universitarios de 18 a 43 años documentó hipovitaminosis D en el 25 % de las personas participantes (Castro Bonilla *et al.*, 2023). En Colombia, estudios encontraron que la prevalencia de hipovitaminosis D en mujeres en edad reproductiva fue del 38,6 %, de las cuales aproximadamente el 36 % presentó deficiencia (< 20 ng/ml) y el resto insuficiencia (< 30 ng/ml) (Gómez *et al.*, 2020).

Estos hallazgos confirman que, a pesar de las condiciones geográficas favorables, como las latitudes tropicales y la alta irradiación solar, Latinoamérica y Costa Rica presentan una proporción significativa de población con niveles insuficientes o deficientes de vitamina D. Esto respalda la necesidad de implementar estrategias de tamizaje y un abordaje clínico integral, incluso en la población adulta general (Cui *et al.*, 2023; Castro Bonilla *et al.*, 2023).

4.5.6. Seguimiento y monitoreo

El seguimiento de los pacientes con déficit de vitamina D es fundamental para evaluar la eficacia del tratamiento, asegurar la adherencia a las intervenciones y prevenir complicaciones. Entre los aspectos por considerar se encuentran:

- Reevaluar los niveles séricos a los 3 meses del inicio del tratamiento.
- Monitorear la adherencia, la exposición solar, la dieta y los efectos adversos.
- Registrar en el expediente electrónico (EDUS) y realizar un seguimiento anual en la población de riesgo.

4.5.7. Educación y promoción

La educación comunitaria y la promoción de hábitos saludables constituyen componentes esenciales para prevenir la deficiencia de vitamina D. Por ende, es fundamental sensibilizar a la población sobre su importancia e implementar charlas comunitarias y materiales educativos sobre:

- Importancia de la vitamina D.
- Prácticas seguras para la exposición solar.
- Prevención de fracturas y caídas en adultos mayores (con base en las experiencias de Chile y Canadá).

4.5.8. Roles del equipo de salud

Profesional	Responsabilidad
Médico/a	Diagnóstico, prescripción, seguimiento clínico.
Enfermería	Educación en salud, identificación de riesgo y seguimiento.
Nutrición	Asesoría alimentaria personalizada.
Trabajo social	Coordinación comunitaria y acceso a recursos.
Técnico de atención primaria	Monitoreo en visitas domiciliarias. Captación activa de posibles casos con déficit o en riesgo de déficit durante las visitas domiciliarias. Elaboración de la ficha familiar. Monitoreo en visitas domiciliarias.
Regente de Farmacia	Revisión y manejo de medicamentos que se relacionan con riesgo de déficit de vitamina D. Asegura seguimiento farmacológico cuando corresponde.
Técnico en farmacia	Apoya al farmacéutico en la gestión y control de medicamentos.

Participa en el proceso de seguimiento y registro de pacientes con riesgo de déficit.

4.5.9. Evaluación y mejora continua

- Indicadores: porcentaje de pacientes tamizados, tratados y con niveles adecuados después de 3 meses.
- Auditorías clínicas semestrales.
- Revisión del protocolo cada 2 años.

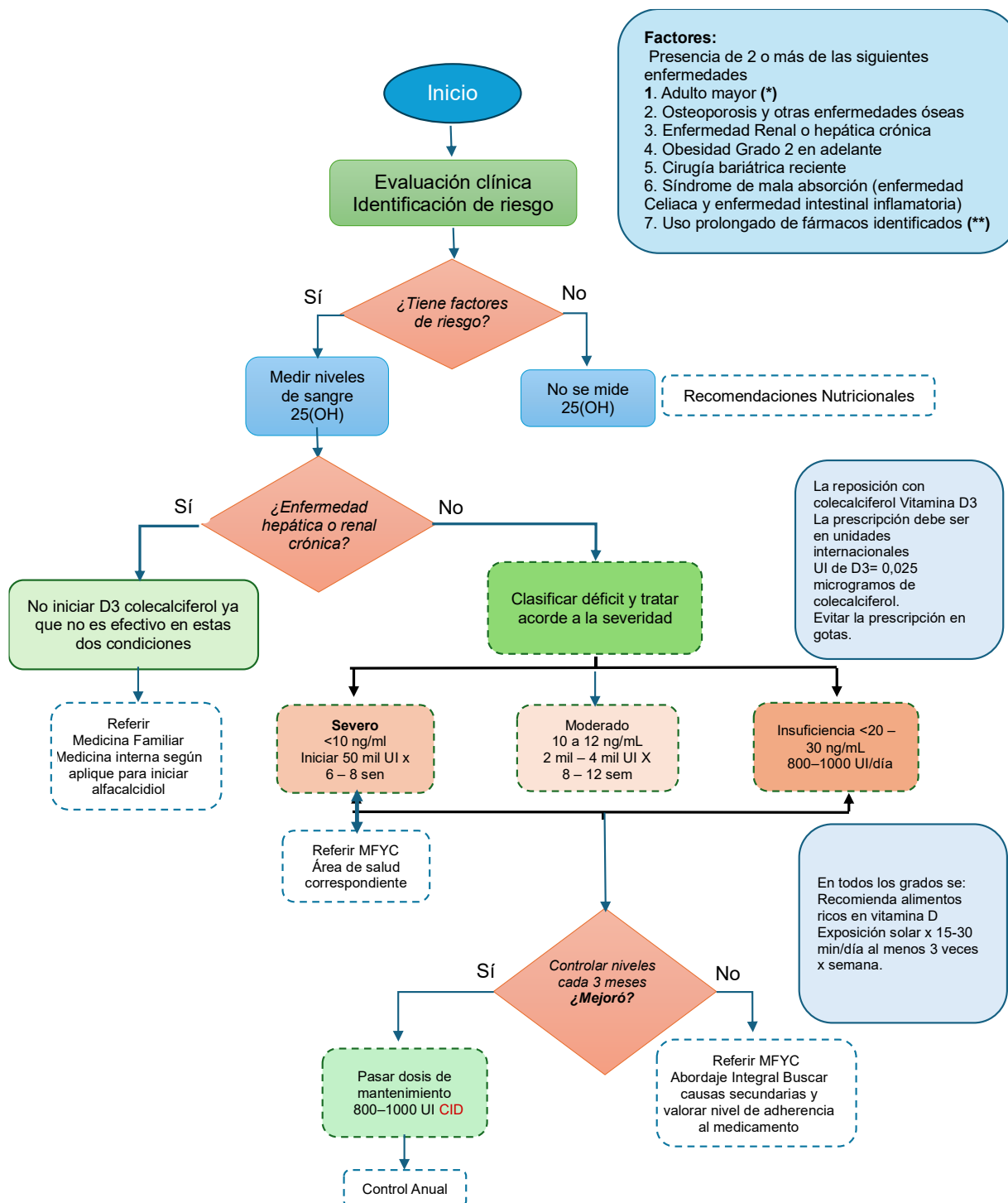
Dentro del algoritmo de atención es necesario incorporar un mecanismo de control para garantizar el uso racional del recurso farmacológico. En este sentido, se recomienda que el despacho de vitamina D en la farmacia local requiera la presentación del resultado del nivel sérico del paciente. Esta medida permite asegurar que el tratamiento solo se otorgue a quienes realmente lo requieren, lo que evita la prescripción empírica y fortalece la trazabilidad y la calidad del proceso asistencial.

4.5.10. Flujograma propuesto

El presente flujograma clínico tiene como objetivo guiar de manera clara y estructurada el tamizaje y el manejo de pacientes con riesgo de deficiencia de vitamina D en el contexto del sistema de salud costarricense. Se fundamenta en la evidencia científica actual y en recomendaciones internacionales, adaptadas a la realidad local, considerando factores de riesgo clínicos, bioquímicos y contextuales.

El flujograma tiene como objetivo optimizar la identificación temprana de pacientes en riesgo, prioriza un enfoque de tamizaje selectivo y define las responsabilidades de los distintos actores del sistema de salud, desde la atención primaria hasta las consultas especializadas. Asimismo, se propone como una herramienta práctica para estandarizar la atención facilitar la coordinación entre los equipos de salud y asegurar un seguimiento adecuado de los pacientes.

Figura 8
Flujograma clínico propuesto



*La edad por sí sola no es motivo de tamizaje, debe tener la edad más otros factores de riesgo al menos 2 o más.

**Fármacos: Anticonvulsivantes / Antiepilépticos, Glucocorticoides sistémicos, Antirretrovirales (HAART), Fármacos antituberculosos, Antifúngicos azólicos, Agentes quimioterapéuticos, Otros medicamentos de riesgo según guías británicas (Colestiramina, Orlistat, Diuréticos tiazídicos y otros: producen efectos indirectos sobre el metabolismo calcio-vitamina D)

4.5.11. Adaptación a Costa Rica

- Se recomienda realizar un tamizaje dirigido, no masivo, priorizando a adultos mayores, mujeres posmenopáusicas y pacientes con enfermedades crónicas.
- Uso del EDUS para registrar y monitorear los niveles de 25(OH)D, lo que incluye la solicitud a la mesa de servicio del EDUS para incorporar el diagnóstico específico de déficit de vitamina D, con el objetivo de evitar el subregistro y mejorar la generación de estadísticas y cubos de seguimiento.
- Integración del abordaje en los equipos básicos de atención integral en salud (Ebais).
- Capacitación impartida por médicos especialistas en medicina familiar y comunitaria (MFyC) de las distintas áreas de salud que integran la red de prestación de servicios de la CCSS.
- Coordinación interinstitucional con el Ministerio de Salud, reconociendo su rol como ente rector en materia de salud y políticas sanitarias, con el objetivo de impulsar legislaciones que establezcan la fortificación obligatoria de vitamina D en alimentos de consumo básico, como el arroz y la harina de trigo. En la actualidad, los decretos y normas vigentes (Decreto Ejecutivo n.º 30031-S, Decreto Ejecutivo n.º 39741-S, RTCR 436:2009) contemplan la fortificación con otros micronutrientes (ácido fólico, vitaminas B y E, cinc y selenio), pero no incluyen la vitamina D. Por lo tanto, se recomienda trabajar de manera conjunta para incorporarla.

4.5.12. Países con políticas de fortificación obligatoria de vitamina D

Con base en la bibliografía analizada, los países que cuentan con políticas de fortificación obligatoria de alimentos con vitamina D son:

País	Alimento(s) fortificado(s) con vitamina D	Año/normativa	Documento	Fuente de referencias
Chile	Leche (líquida y en polvo), harina de trigo/pan	Fortificación obligatoria desde 2024	Política pública reciente: toda la leche y el pan son fortificados	Fernández Barra (2025)
Australia	Margarinas/aceites comestibles/grasas untables	Norma alimentaria obligatoria desde 1991	Parte de la regulación alimentaria; busca mejorar el estatus de vitamina D en la población general	Pludowski <i>et al.</i> (2023)
Finlandia	Leche líquida, productos lácteos, untables (margarinas)	Fortificación sistemática desde 2003, revisión en 2011	Amplia política de fortificación en Europa con efectos positivos en la población	Pludowski <i>et al.</i> (2023)
Canadá	Leche y productos lácteos, margarinas	Política histórica de fortificación de leche con vitamina D	Estrategia pública de salud para prevenir deficiencias, obligatoria en ciertos productos	Health Canada, (2022)
Bélgica	Margarinas y grasas untables	Desde 1980	Fortificación obligatoria para mejorar estado de vitamina D en la población general	Pludowski <i>et al.</i> (2023)
Estados Unidos	Leche	Desde 1930	Fortificación obligatoria para prevenir raquitismo	Ross <i>et al.</i> (2011)

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

La revisión bibliográfica y documental realizada permitió identificar elementos clave para la construcción de un abordaje clínico integral orientado al tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en personas mayores de 18 años desde la atención primaria en Costa Rica. El análisis de 54 documentos nacionales e internacionales evidenció que la deficiencia de vitamina D constituye un problema de salud pública de alta prevalencia y origen multifactorial, cuyo abordaje requiere lineamientos claros, estandarización de procesos clínicos y una estrategia adaptada a los recursos y capacidades del primer nivel de atención.

Enseguida, se presentan las conclusiones correspondientes al objetivo n.º 1, orientado a determinar los criterios clínicos y el procedimiento sistemático para el tamizaje de la deficiencia de vitamina D en adultos en el ámbito de la atención primaria. Estas conclusiones se derivan del análisis crítico de la literatura científica revisada y de la comparación de la evidencia internacional con la realidad operativa del sistema de salud costarricense:

- Se determina que los criterios clínicos que se utilizan con mayor frecuencia en la literatura para el tamizaje de deficiencia de vitamina D corresponden a poblaciones con mayor probabilidad de presentar niveles bajos de este micronutriente, entre las que se incluyen factores como la exposición solar limitada, la obesidad, las enfermedades crónicas, la edad avanzada, los trastornos de malabsorción, el embarazo y la lactancia, así como el uso prolongado de medicamentos que interfieren con el metabolismo de la vitamina D, especialmente anticonvulsivantes, glucocorticoides y antirretrovirales.
- Asimismo, se establece que los procedimientos sistemáticos para el tamizaje de la deficiencia de vitamina D en adultos en atención primaria se basan en un enfoque selectivo fundamentado en el riesgo, el cual prioriza la identificación clínica de factores predisponentes antes de solicitar pruebas

de laboratorio, descartando el tamizaje universal por considerarse poco costo-efectivo y no respaldado por la evidencia científica actual.

- Se comprueba, además, que la aplicación de estos criterios y procedimientos sistemáticos resulta factible y pertinente para el contexto costarricense, ya que permite optimizar el uso de recursos diagnósticos de la CCSS, mejorar la detección temprana en poblaciones vulnerables y fortalecer el abordaje integral desde la atención primaria, así como en otros niveles de atención donde se concentran pacientes de alto riesgo.

A continuación, se presentan las conclusiones correspondientes al objetivo n.º 2, cuyo propósito fue establecer un esquema terapéutico clínico adecuado para el manejo de la deficiencia de vitamina D en personas adultas. Estas conclusiones se basan en la comparación de guías clínicas internacionales, estudios regionales y consensos científicos, así como en la evaluación de su aplicabilidad al contexto de la atención primaria en Costa Rica:

- Se establece que el manejo terapéutico de la deficiencia de vitamina D debe basarse en la clasificación del nivel sérico de 25(OH)D (suficiencia, insuficiencia, deficiencia y deficiencia severa), siguiendo las recomendaciones de guías internacionales como la Endocrine Society, NICE y la OPS, que coinciden en la necesidad de ajustar las dosis según el grado de déficit y el perfil de riesgo del paciente.
- Se establece, además, que los esquemas terapéuticos recomendados en el ámbito internacional presentan una alta convergencia en cuanto a los rangos de dosis, la duración del tratamiento y los criterios de mantenimiento y que las variaciones observadas entre países responden principalmente a características poblacionales, criterios diagnósticos y niveles de riesgo, más que a diferencias sustantivas en la evidencia científica disponible.
- Se establece que la ausencia de un esquema terapéutico clínico unificado para el contexto costarricense justifica la propuesta de dosificación diferenciada elaborada en este estudio, la cual es clínicamente válida, segura

y aplicable a la atención primaria, considerando la disponibilidad de vitamina D3 en presentaciones estándar dentro de la CCSS.

Finalmente, se presentan las conclusiones correspondientes al objetivo n.º 3, orientado a elaborar un flujograma clínico para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D en atención primaria. Estas conclusiones integran los hallazgos que se obtienen a partir de la evidencia científica revisada, las experiencias internacionales y el análisis de la capacidad operativa del sistema de salud costarricense para implementar un abordaje estandarizado.

- Se concluye que la elaboración de un flujograma clínico para el tamizaje y tratamiento de la deficiencia de vitamina D cuenta con el respaldo de la evidencia científica internacional y constituye una herramienta útil para estandarizar la práctica clínica en la atención primaria.
- Además, se determina que establecer un flujograma estructurado, con base en la identificación de riesgos, el tamizaje selectivo, el tratamiento estandarizado y el seguimiento clínico, resulta compatible con las capacidades operativas y normativas del sistema de salud costarricense, asegurando coherencia en la atención que brindan los distintos profesionales del primer nivel de atención.
- Se concluye que la implementación de un flujograma clínico permite reducir la heterogeneidad de las prácticas, mejorar la continuidad del cuidado y fortalecer el enfoque preventivo y costo-efectivo en el abordaje de la deficiencia de vitamina D.
- Se determina que la atención primaria desempeña un papel estratégico en la implementación del flujograma clínico, debido a su enfoque preventivo, la continuidad del cuidado y la cercanía con la población, lo que permite fortalecer la detección temprana, el seguimiento oportuno y el manejo integral de la deficiencia de vitamina D, en concordancia con los principios de la atención primaria en salud promovidos por la Organización Mundial de la Salud.

En conjunto, los hallazgos respaldan la pertinencia de implementar un flujograma clínico nacional y un conjunto de criterios de tamizaje y tratamiento con base en evidencia, con el objetivo de optimizar el abordaje de la deficiencia de vitamina D en la población adulta costarricense.

5.2. Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones se derivan directamente de los resultados en cada uno de los objetivos específicos del estudio y están orientadas a fortalecer la gestión institucional, optimizar la práctica clínica en atención primaria y guiar futuras líneas de investigación en el abordaje de la deficiencia de vitamina D en adultos. Enseguida, se presentan organizadas según cada objetivo.

Con respecto al objetivo n.º 1: determinar los criterios clínicos y el procedimiento sistemático para el tamizaje de deficiencia de vitamina D en adultos en atención primaria:

- Se recomienda elaborar y actualizar una guía clínica nacional para el manejo de la deficiencia de vitamina D, alineada con los lineamientos de la OMS, la OPS y la Endocrine Society, que estandarice los criterios de tamizaje selectivo, seguimiento y abordaje terapéutico en la población adulta.
- Se recomienda incorporar la evaluación del déficit de vitamina D en los programas institucionales existentes, tales como el control de enfermedades crónicas, la atención al adulto mayor y las estrategias de prevención de enfermedades no transmisibles, con el objetivo de optimizar la detección oportuna en los grupos de riesgo.
- Se recomienda priorizar el tamizaje dirigido a poblaciones con factores de riesgo clínicamente bien establecidos. Lo anterior tiene el fin de optimizar el uso de los recursos diagnósticos y evitar la implementación de esquemas de tamizaje universal que no cuenten con respaldo de costoefectividad.
- Se propone establecer alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación, con el objetivo de monitorear la prevalencia de la deficiencia

de vitamina D en Costa Rica y generar evidencia local que respalde la toma de decisiones clínicas e institucionales.

Con respecto al objetivo n.º 2: establecer un esquema terapéutico clínico adecuado para el manejo de la deficiencia de vitamina D:

- Se recomienda garantizar el abastecimiento continuo de suplementos de vitamina D en la CCSS, en presentaciones estandarizadas y accesibles, que permitan aplicar esquemas terapéuticos seguros y adecuados a la severidad del déficit.
- Se recomienda emplear esquemas terapéuticos estandarizados, fundamentados en la clasificación de los niveles séricos de 25(OH)D, que garanticen dosis adecuadas, una duración apropiada del tratamiento y criterios claros para el mantenimiento.
- Se recomienda capacitar de manera continua a los equipos de atención primaria en la identificación de factores de riesgo, la suplementación segura, los criterios de seguimiento y la educación del paciente. Lo anterior tiene el fin de fortalecer la capacidad resolutive del primer nivel de atención.
- Se propone incorporar la educación del paciente como parte integral del abordaje terapéutico. Lo anterior tiene el fin de promover prácticas de exposición solar segura, una alimentación rica en vitamina D, actividad física y autocuidado, como complemento a la suplementación farmacológica.
- Se recomienda establecer protocolos claros de seguimiento clínico que permitan la reevaluación periódica de los niveles séricos de vitamina D y el ajuste oportuno del tratamiento según la respuesta clínica y bioquímica.

En relación con el objetivo n.º 3: proponer un flujograma clínico para el tamizaje, el tratamiento y el seguimiento de la deficiencia de vitamina D en atención primaria:

- Se recomienda implementar el flujograma clínico propuesto como herramienta institucional y oficial dentro de la CCSS, con el objetivo de

estandarizar la toma de decisiones desde el primer nivel de atención. Su aplicación permite articular de manera sistemática los procesos de tamizaje, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y referencia, lo que garantiza coherencia entre los profesionales y continuidad en el cuidado del manejo de la deficiencia de vitamina D.

- Se recomienda incorporar el flujograma clínico en los sistemas digitales institucionales de la CCSS, de manera que se facilite su uso durante la consulta clínica, el registro sistemático de decisiones y el seguimiento longitudinal de los pacientes. Asimismo, se sugiere monitorear y evaluar de forma continua su aplicación, mediante indicadores de implementación, adherencia terapéutica y corrección del déficit. Lo anterior tiene el fin de valorar su efectividad clínica e identificar oportunidades de mejora.
- Se recomienda capacitar al personal de salud, especialmente a los equipos de atención primaria, en la aplicación del flujograma clínico, con énfasis en la identificación de factores de riesgo, la indicación racional de pruebas diagnósticas, la selección del esquema terapéutico adecuado y el seguimiento del tratamiento.
- Se recomienda fortalecer las estrategias de promoción y prevención mediante campañas educativas dirigidas a la población general sobre la exposición solar saludable y la alimentación adecuada en vitamina D, como complemento al abordaje clínico.
- Se propone fortalecer la coordinación interinstitucional entre la CCSS y el Ministerio de Salud. Lo anterior tiene el fin de consolidar políticas públicas orientadas a la prevención y el seguimiento y considerar, cuando corresponda, la fortificación de alimentos de consumo básico con vitamina D, tomando como referencia experiencias exitosas que se implementan en países como Chile y en otros contextos comparables.

Se recomienda fomentar futuras investigaciones nacionales orientadas a:

- Realizar estudios nacionales que permitan estimar la prevalencia real de la deficiencia de vitamina D en Costa Rica.
- Evaluar la efectividad de los esquemas terapéuticos que se implementan en la atención primaria.
- Analizar los determinantes socioculturales que influyen en la exposición solar y en la adherencia terapéutica.
- Desarrollar investigaciones sobre el impacto del déficit de vitamina D en la función y la calidad de vida de la población costarricense.

Referencias

- Acuña Fernández, G. A. (2018). *Análisis de los niveles séricos de vitamina D y determinantes clínicos, nutricionales y funcionales en pacientes mayores de 60 años, en el Servicio de Hospital de Día del Hospital Nacional de Geriatría y Gerontología, Costa Rica* [Tesis]. Repositorio Sibdi, Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/2bbd3e11-cf87-4c02-a54d-68ea314bec34>
- Amrein, K.; Scherkl, M.; Hoffmann, M.; Neuwersch-Sommeregger, S.; Köstenberger, M. y Dobnig, H. (2020). Vitamin D deficiency 2.0: An update on the current status worldwide. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(11), 1498-1513. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-0558-y>
- Bikle, D. D. (2023). Vitamin D: Production, metabolism, and mechanisms of action. *Endocrine Reviews*, 44(1), 3-45. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnad001>
- Bjelakovic, G.; Gluud, L. L.; Nikolova, D.; Whitfield, K.; Wetterslev, J.; Simonetti, R. G. y Gluud, C. (2014). Vitamin D supplementation for prevention of mortality in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1, CD007470. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007470.pub3>
- Bouillon, R.; Carmeliet, G.; Verlinden, L., van Etten, E.; Verstuyf, A.; Luderer, H. F. *et al.* (2008). Vitamin D and human health: Lessons from vitamin D receptor null mice. *Endocrine Reviews*, 29(6), 726-776. <https://doi.org/10.1210/er.2008-0004>
- Bouillon, R.; Cashman, K. D. y Lips, P. (2023). Vitamin D status and health: A 2023 update. *European Journal of Endocrinology*, 189(3), R33-R58. <https://doi.org/10.1530/EJE-23-0054>
- British Nutrition Foundation. (2020). *Vitamin D: An update*. <https://www.nutrition.org.uk/>
- Brito, A.; Cori, H.; Olivares, M. F.; Mujica, M. F.; Cediél, G. y López de Romaña, D. (2013). Less than adequate vitamin D status and intake in Latin America

and the Caribbean: A problem of unknown magnitude. *Food and Nutrition Bulletin*, 34(1), 52-64. <https://doi.org/10.1177/156482651303400107>

- Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS). (2020). *Modelo de atención primaria en salud en Costa Rica*.
- Campillo Córdoba, P. (2016). Suplementación de calcio y vitamina D en la población adulta mayor [Tesis de especialidad en Geriátrica y Gerontología]. Universidad de Costa Rica.
<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/4980>
- Cashman, K. D.; Dowling, K. G.; Škrabáková, Z.; González-Gross, M.; Valtueña, J.; De Henauw, S.; Moreno, L. A. y Kiely, M. (2019). Vitamin D deficiency in Europe: Pandemic? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 103(4), 1033-1044. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.120873>
- Castro-Bonilla, C. (2023). *Abordajes clínicos heterogéneos en la deficiencia de vitamina D: Una revisión descriptiva en la atención primaria costarricense*. Documento no publicado, Universidad de Costa Rica.
- Castro-Bonilla, N.; Holst Schumacher, I.; Arroyo Portilla, C.; Valverde Barrantes, J. M.; Vargas Soto, M. y Barrantes Santamaría, M. (2023). Prevalencia de niveles bajos de 25 OH vitamina D en universitarios costarricenses. *Acta Médica Costarricense*, 65(3), 136-145.
<https://doi.org/10.51481/amc.v65i3.1292>
- Castro-Bonilla, R. (2023). Estado nutricional de vitamina D en adultos mayores de Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 32(1), 12-25.
- Chowdhury, R.; Kunutsor, S.; Vitezova, A.; Oliver-Williams, C.; Chowdhury, S.; Kieft-de Jong, J. C. y Franco, O. H. (2014). Vitamin D and risk of cause specific death: Systematic review and meta-analysis of observational cohort and randomised intervention studies. *British Medical Journal*, 348, g1903.
<https://doi.org/10.1136/bmj.g1903>

- Cui, X.; Zhang, X.; Xiao, H.; Fan, H.; Wang, Y. y Zhuang, Y. (2023). Global and regional prevalence of vitamin D deficiency in population-based studies from 2000 to 2022: A pooled analysis of 7.9 million participants. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1070808. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1070808>
- Demay, M. B. (2024). *Vitamin D for the prevention of disease: An Endocrine Society clinical practice guideline*. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38828931/>
- Endocrine Society. (2011). Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: Clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(7), 1911-1930.
- Engel, G. L. (1977). The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129-136. <https://doi.org/10.1126/science.847460>
- Esceo. (2021). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 33(4), 957-983.
- Fernández Barra, N. (2025). Enfermedades crónicas ¿no transmisibles? Una nueva perspectiva. *Revista Médica de Chile*, 152(12). <https://www.revistamedicadechile.cl>
- Gamboa, L. (2015). Prevalencia de niveles bajos de 25(OH)-vitamina D en universitarios costarricenses. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 24(1), 35-42. <https://www.redalyc.org/journal/434/43479360005/html>
- Giustina, A.; Adler, R.; Binkley, N.; Bouillon, R.; Fuleihan, G.; Josse, R. y Eisman, J. (2024). Consensus on the optimal serum 25-hydroxyvitamin D levels: Update from international experts. *Endocrine Reviews*, 45(1), 1-30. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnad015>

- Gómez, L. y Herrera, R. (2021). Comorbilidades y mortalidad en pacientes mayores con COVID-19: Revisión sistemática. *Revista Médica del Perú*, 138(2), 75-83.
- Gómez, M.; Vargas, A. y Pérez, L. (2020). Prevalencia de hipovitaminosis D en mujeres en edad reproductiva en Colombia. *Revista de Ciencias de la Salud*, 18(2), 45-52.
<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/rfcs/article/view/2089>
- Health Canada. (2022). *Vitamin D: Recommendations and guidance for Canadians*. <https://www.canada.ca/>
- Holick, M. F. (2007). Vitamin D deficiency. *The New England Journal of Medicine*, 357(3), 266-281. <https://doi.org/10.1056/NEJMra070553>
- Holick, M. F. y Chen, T. C. (2015). Vitamin D deficiency: A worldwide problem with health consequences. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(4), 1080S-1086S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.4.1080S>
- Hosseini-Nezhad, A. y Holick, M. F. (2013). Vitamin D for health: A global perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(7), 720-755.
<https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.05.011>
- Izaguirre-Berrios, J. F.; Encalada-Caballero, S. L. y Alcarraz-Molina, C. E. (2023). *Observaciones sobre el papel de la vitamina D en la mortalidad por COVID-19*. Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.
- Krist, A. H.; Davidson, K. W.; Mangione, C. M.; Barry, M. J.; Cabana, M.; Caughey, A. B. y Wong, J. B. (2021). Screening for vitamin D deficiency in adults: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *JAMA*, 325(14), 1436-1442. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.3069>
- Lips, P. (2010). Vitamin D physiology. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92(1), 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.02.016>

- Mandarino, L.; Marino, M. y Pellegrino, M. (2015). Vitamin D deficiency and risk of chronic diseases: Current evidence. *Nutrients*, 7(4), 2572-2586.
<https://doi.org/10.3390/nu7042572>
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2022a). *Protocolo de vigilancia para la valoración nutricional de la persona mayor de 65 años en Costa Rica*.
<https://www.ministeriodesalud.go.cr>
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2022b). *Normas, protocolos, guías y lineamientos técnicos nacionales en salud*.
- Molina, R.; Fernández, P. y Sánchez, L. (2023). Global vitamin D status: Systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 81(6), 540-556.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40652566>
- Morla, E. (2020). Las enfermedades crónicas no transmisibles. *Ciencia y Salud*, 4(1), 3-9. Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
<https://revistas.intec.edu.do>
- Orem, D. E. (2001). *Nursing: Concepts of practice* (6th ed.).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Declaración de Astaná sobre atención primaria en salud*. OMS.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Primary health care: Key facts*.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2025). *Enfermedades no transmisibles (ENT)*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). *Prevención y control de los factores de riesgo de las enfermedades no transmisibles: Estado de la aplicación de las medidas más costoeficaces en América Latina*.
<https://doi.org/10.37774/9789275320662>

- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2023). *Para una mayor efectividad y equidad: una respuesta intersectorial para abordar las enfermedades no transmisibles desde los determinantes sociales de la salud*. <https://www.paho.org/es/noticias/3-3-2023-para-mayor-efectividad-equidad-respuesta-intersectorial-para-abordar-enfermedades>
- Palacios, C.; Gonzalez, L. y López, M. (2022). Trends in vitamin D deficiency among adults in the United States: NHANES 2011-2018. *Journal of Nutrition*, 152(7), 1732-1740. <https://doi.org/10.1093/jn/nxac066>
- Parrales, E. N.; Rodríguez Pérez, A. S.; Vera Guerrero, M. M. y Valencia Angulo, A. L. (2025). Prevalencia y factores de riesgo en enfermedades crónicas no transmisibles en adultos. *Polo del Conocimiento*, 10(3). <https://doi.org/10.23857/pc.v10i3.9204>
- Pender, N. J. (2011). *Health promotion in nursing practice* (6th ed.). Upper Saddle River, Pearson.
- Pérez, L.; Álvarez, C. y Vega, J. (2021). Deficiencia de vitamina D y su relación con la severidad de COVID-19: Revisión narrativa. *Revista Latinoamericana de Salud Pública*, 43(5), 420-427.
- Pilz, S.; Tomaschitz, A.; März, W.; Drechsler, C.; Ritz, E. y Zittermann, A. (2011). Vitamin, D., cardiovascular disease and mortality. *Clinical Endocrinology*, 75(5), 575-584.
- Pludowski, P.; Grant, W. B.; Bhattoa, H. P.; Bruyère, O.; Cavalier, E.; Decsi, T. y Holick, M. F. (2023). Practical guidelines for the prevention, diagnosis and treatment of vitamin D deficiency: A global perspective. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.000001>
- Ramírez, A.; Quesada, M. y Solís, D. (2022). Prevalencia de deficiencia de vitamina D en población adulta costarricense: un estudio transversal. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 11(2), 45-54.

- Rodríguez, J.; Martínez, F. y López, C. (2022). Estado de la vitamina D en América Latina y el Caribe: revisión sistemática. *Hormonas*, 21(4), 123-134. <https://www.hormonas.sodenn.org/index.php/hormonas/article/view/18>
- Rosas-Peralta, M., Holick, M. F., Borrayo-Sánchez, G., Madrid-Miller, A., Ramírez-Arias, E., & Arizmendi-Urbe, E. (2017). Efectos inmunometabólicos disfuncionales de la deficiencia de vitamina D y aumento de riesgo cardiometabólico. ¿Potencial alerta epidemiológica en América? *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 64(3), 162–173. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2016.10.008>
- Ross, A. C.; Manson, J. E.; Abrams, S. A.; Aloia, J. F.; Brannon, P. M.; Clinton, S. K. y Shapses, S. A. (2011). The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: What clinicians need to know. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(1), 53-58. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-2704>
- Silva, A.; Souza, R. y Pereira, J. (2021). Prevalence of vitamin D deficiency in older adults in Brazil: A systematic review and meta-analysis. *Ciencia & Saúde Coletiva*, 30(4), 1413-1425. <https://www.scielosp.org/pdf/csc/v30n4/1413-8123-csc-30-04-e08072023.pdf>
- Solano-Barquero, M.; Rojas, V. y Fernández, E. (2021). Prevalencia de deficiencia de vitamina D en niños costarricenses. *Acta Médica Costarricense*, 63(2), 85-92. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1383361>
- Souberbielle, J.-C.; Body, J. J.; Lappe, J. M.; Plebani, M.; Shoenfeld, Y.; Wang, T. J. *et al.* (2010). Vitamin D and musculoskeletal health, cardiovascular disease, autoimmunity and cancer: Recommendations for clinical practice. *Autoimmunity Reviews*, 9(11), 709-715. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2010.06.009>

- Sumi, S. (1981). Anticonvulsant therapy and vitamin D metabolism: evidence for different mechanisms for phenytoin and phenobarbital. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 53(3), 750-755.
- U. S. Preventive Services Task Force (USPSTF). (2021). Screening for vitamin D deficiency in adults: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *JAMA*, 325(14), 1436-1442.
<https://doi.org/10.1001/jama.2021.3069>
- Van Schoor, N. M. y Lips, P. (2011). Worldwide vitamin D levels. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 25(4), 671-680.
<https://doi.org/10.1016/j.beem.2011.06.007>
- Villalta, A. y Rodríguez, L. (2021). Prevalence of vitamin D deficiency in Latin America: A systematic review. *Journal of Nutrition & Health*, 6(2), 45-54.
- Wacker, M. y Holick, M. F. (2013). Vitamin D—Effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. *Nutrients*, 5(1).

Anexos

Anexo 1. Documentos analizados según país y continente

#	Referencia (abreviada)	País/entidad (principal)	Continente	Confianza
1	Amrein <i>et al.</i> (2020)	Austria (Medical University of Graz/Graz)	Europa	Segura (PubMed) (PubMed)
2	Bikle (2023)	Estados Unidos (UCSF/SFVAMC)	Norteamérica	Segura (UCSF/NLM) (CNIB)
3	Bjelakovic <i>et al.</i> (2014) (Cochrane)	Cochrane/Dinamarca (grupo Cochrane/Autores europeos; Gluud—Dinamarca)	Europa	Segura (Cochrane/CTU DK) (Research Region H)
4	Bouillon <i>et al.</i> (2008)	Bélgica (Bouillon — Vrije Universiteit/ULB)	Europa	Segura (PubMed) (PubMed)
5	Bouillon <i>et al.</i> (2023)	Europa (autores: Bélgica/Irlanda/Países Bajos)	Europa	Estimada* (autores europeos; guía global)
6	Brito <i>et al.</i> (2013)	Chile/Latinoamérica (autores e institución regional)	América Latina	Segura (PubMed/Revista) (PubMed)
7	British Nutrition Foundation (2020)	Reino Unido	Europa	Segura (organización UK) (British Nutrition Foundation)
8	CCSS (2020) (Modelo APS Costa Rica)	Costa Rica (CCSS)	América Central	Segura (CCSS)

9	Campillo Córdoba (2016) (tesis UCR)	Costa Rica (UCR)	América Central	Segura (repositorio UCR)
10	Cashman <i>et al.</i> (2019)	Irlanda (Univ. College Cork/European authors)	Europa	Estimada* (Cashman — Irlanda)
11	Castro-Bonilla (2023) (documento UCR)	Costa Rica	América Central	Segura (documento local)
12	Castro-Bonilla R. (2023) (revista CR)	Costa Rica	América Central	Segura
13	Chowdhury <i>et al.</i> (2014) (BMJ)	Reino Unido/Internacional (autores varios)	Europa	Estimada* (BMJ editorial UK; autores multipaís)
14	Demay (Endocrine Society Guideline) (2024)	Estados Unidos (Endocrine Society/USA)	Norteamérica	Estimada (Endocrine Society: USA)
15	Engel (1977)	Estados Unidos (Science; autor George Engel, USA)	Norteamérica	Segura
16	Esceo (2021)	Europa (European Society)	Europa	Segura
17	Fernández Barra (2025)	Chile (Revista Médica de Chile)	América Latina	Segura (indicación editorial)
18	Gamboa (2015)	Costa Rica (estudio local)	América Central	Segura
19	Giustina <i>et al.</i> (2024)	Europa/Internacional (autores europeos/int)	Europa	Estimada* (autores en endocrinología europea)
20	Gómez y Herrera (2021)	Perú (Rev. Médica del Perú)	América Latina	Segura

21	Health Canada (2022)	Canadá	Norteamérica	Segura
22	Holick, 2007	Estados Unidos (NEJM; Holick, Boston University/USA)	Norteamérica	Segura
23	Holick y Chen (2015)	Estados Unidos	Norteamérica	Segura
24	Hossein-Nezhad y Holick (2013)	USA/Global (Holick — USA; artículo Mayo Clinic Proceedings)	Norteamérica	Segura
25	Izaguirre-Berrios <i>et al.</i> (2023)	Perú (Universidad Privada San Juan Bautista)	América Latina	Segura
26	Krist <i>et al.</i> (2021) (USPSTF)	Estados Unidos (USPSTF/JAMA)	Norteamérica	Segura
27	Lips (2010)	Países Bajos/Europa (Lips—Erasmus MC)	Europa	Segura
28	Mandarino <i>et al.</i> (2015)	Europa/Internacional (Nutrients; autores europeos/italianos)	Europa	Estimada*
29	Ministerio de Salud (CR) (2022)	Costa Rica	América Central	Segura
30	Ministerio de Salud CR (Protocolo 65+)	Costa Rica	América Central	Segura
31	Morla (2020)	República Dominicana (INTED)	América Latina	Segura (revista Intec)
32	Orem (2001)	Estados Unidos (teoría de enfermería, USA)	Norteamérica	Segura
33	OMS (Astaná 2018/PHC)	Organización Mundial (WHO — Ginebra/global)	Global	Segura

34	OMS (Primary health care key facts) (2020)	Organización Mundial	Global	Segura
35	OMS (ENT 2025 fact sheet)	Organización Mundial	Global	Segura
36	OPS (2019) (Prevención ENT AL)	Organización Panamericana de la Salud (PAHO) — Washington D. C.	América (Regional)	Segura
37	OPS (2023) (noticia)	PAHO — Regional	América	Segura
38	Palacios <i>et al.</i> (2022) (NHANES trends)	Estados Unidos (NHANES/J Nutrition)	Norteamérica	Segura
39	Parrales <i>et al.</i> (2025)	América Latina (Polo del conocimiento)	América Latina	Estimada*
40	Pender (2011)	Estados Unidos (modelo en enfermería, editorial Pearson)	Norteamérica	Segura
41	Pérez, Álvarez y Vega (2021)	Latinoamérica (Rev. Latinoamericana)	América Latina	Estimada*
42	Pilz <i>et al.</i> (2011)	Austria/Europa (autores europeos, Pilz — Austria)	Europa	Segura
43	Pludowski <i>et al.</i> (2023)	Polonia/Europa (Pludowski — Poland; guía global)	Europa	Segura
44	Ramírez <i>et al.</i> (2022)	Costa Rica (Revista Costarricense de Salud Pública)	América Central	Segura
45	Ross <i>et al.</i> (2011) (IOM report)	Estados Unidos (IOM/USA)	Norteamérica	Segura
46	Solano-Barquero <i>et al.</i> (2021)	Costa Rica (Acta Médica Costarricense)	América Central	Segura

47	Souberbielle <i>et al.</i> (2010)	Francia/Europa (autores europeos y revisión)	Europa	Estimada*
48	USPSTF (2021)	Estados Unidos (USPSTF)	Norteamérica	Segura
49	Van Schoor y Lips (2011)	Países Bajos/Europa	Europa	Segura
50	Villalta y Rodríguez (2021)	Latinoamérica (revista regional)	América Latina	Estimada*
51	Wacker y Holick (2013)	Alemania/USA (Wacker—Germany; Holick—USA)	Europa/ Norteamérica	Estimada*
52	Wimalawansa (2023)	USA/Internacional (autor vinculado Sri Lanka/USA; Nutrients editorial)	Norteamérica (editorial)	Estimada*
53	WHO (World health statistics, 2012)	Organización Mundial	Global	Segura
54	Yang <i>et al.</i> (2021)	China/Asia (estudio sist. rev. meta; autores chinos)	Asia	Segura

Anexo 2. Matriz de documentos

Referencia	Tipo de artículo/documento	Objetivo	Población/muestra	Instrumentos de recolección	Variables	Procedimientos	Resultados	Conclusiones
Amrein et al. (2020)	Revisión narrativa/síntesis global	Actualizar el estado mundial de la deficiencia de vitamina D, sus determinantes y riesgos.	No aplica (revisión sin población directa).	Búsqueda bibliográfica, análisis de estudios previos.	Prevalencia, niveles séricos 25(OH)D, factores de riesgo.	Revisión y análisis crítico de literatura reciente.	Confirma que la deficiencia es endémica en el ámbito mundial, especialmente en adultos mayores, minorías y personas con baja exposición solar.	Se requiere un abordaje global estandarizado; la deficiencia continúa subdiagnosticada.
Bikle (2023)	Revisión narrativa (fisiología/metabolismo)	Explicar producción, metabolismo y acción de	No aplica.	Síntesis de evidencia experimental y fisiológica.	Metabolismo, vías enzimáticas, receptores VDR.	Integración de hallazgos de estudios celulares,	Muestra complejidad del sistema endocrino de vitamina D.	El sistema de vitamina D es clave para múltiples

		la vitamina D.				animales y humanos.		funciones, no solo óseas.
Bjelakovic et al. (2014)	Revisión sistemática Cochrane/meta análisis	Evaluar si la suplementación de vitamina D reduce mortalidad .	Ensayos clínicos en adultos (varios países).	Revisión sistemática, metaanálisis con herramientas Cochrane.	Mortalidad total, suplementación vs. placebo.	Análisis estandarizado Cochrane: selección, extracción y síntesis.	Pequeña reducción en mortalidad con vitamina D3, no con D2.	La vitamina D3 puede tener un beneficio modesto en la reducción de mortalidad.
Bouillon et al. (2008)	Revisión teórica con evidencia experimental	Analizar implicaciones del receptor de vitamina D (VDR) mediante estudios en ratones <i>knockout</i> .	Modelos animales (ratones VDR-null).	Estudios experimentales publicados.	Función del VDR, metabolismo mineral y homeostasis.	Comparación de resultados en animales sin VDR y normales.	Los ratones sin VDR presentan alteraciones óseas y sistémicas severas.	El VDR es esencial para la salud ósea y múltiples funciones fisiológicas .

Bouillon et al. (2023)	Revisión narrativa/actualización clínica	Presentar actualización 2023 sobre estatus de vitamina D y salud.	No aplica.	Revisión de estudios clínicos recientes.	Niveles séricos, suplementación, impacto clínico.	Síntesis crítica de evidencia epidemiológica y clínica.	Deficiencias prevalentes; evidencia mixta sobre beneficios extraesqueléticos.	Urge estandarizar puntos de corte y estrategias preventivas.
Brito et al. (2013)	Revisión narrativa que se enfoca en Latinoamérica	Evaluar ingesta y estatus de vitamina D en Latam.	No aplica.	Revisión bibliográfica regional.	Prevalencia, ingesta dietética, exposición solar.	Análisis comparativo por país.	Insuficiencia generalizada, falta de datos en varios países.	Se requiere vigilancia nutricional y estudios poblacionales representativos.
British Nutrition Foundation (2020)	Documento técnico institucional	Actualizar recomendaciones nutricionales sobre vitamina D en el Reino Unido.	No aplica (documento institucional).	Revisión de directrices científicas.	Ingesta recomendada, fuentes, riesgo de deficiencia.	Integración de recomendaciones para población general.	Identifica brecha importante en ingesta y exposición solar.	Recomienda suplementación universal en meses fríos.

CCSS (2020). Modelo APS	Documento institucional normativo	Describir modelo de atención primaria en Costa Rica.	No aplica (no es estudio científico).	Revisión institucional y normativa.	Ejes de APS, organización, niveles de atención.	Sistematización del modelo organizativo.	Define estructura operativa del sistema APS.	APS es base del sistema y clave para intervenciones preventivas como vitamina D.
Campillo Córdoba (2016)	Tesis clínica/revisión narrativa	Analizar suplementación de calcio y vitamina D en adultos mayores.	No aplica (no incluye muestra propia; revisión).	Revisión bibliográfica.	Suplementación, riesgo de fracturas y dosis.	Análisis comparativo de guías y evidencia.	Beneficios en salud ósea, controversias según dosis.	Requiere individualización en adultos mayores.
Cashman et al. (2019)	Estudio multicéntrico epidemiológico (Europa)	Evaluar la prevalencia de deficiencia de vitamina D en Europa.	Población europea (varios países); datos agregados.	Medición sérica 25(OH)D de múltiples cohortes europeas.	Niveles séricos, factores poblacionales.	Metaanálisis de bases de datos poblacionales.	Alta prevalencia, incluso en países con fortificación.	La deficiencia puede considerarse <i>pandémica</i> en Europa.

Castro-Bonilla (2023)	Revisión descriptiva (documento académico no publicado)	Describir la heterogeneidad en los abordajes clínicos para la deficiencia de vitamina D en APS costarricense.	No aplica (sin muestra propia).	Revisión de expedientes, guías, entrevistas informales (según documento).	Estrategias clínicas, dosificación, criterios de tamizaje.	Análisis cualitativo de prácticas clínicas.	Marca alta variabilidad entre médicos de APS.	Urge estandarización en Costa Rica.
Castro-Bonilla (2023)	Estudio descriptivo transversal	Evaluar el estado nutricional de vitamina D en adultos mayores de Costa Rica.	Adultos mayores; tamaño no especificado en la referencia.	Medición 25(OH)D; cuestionarios.	Nivel sérico, exposición solar e ingesta.	Muestreo transversal y análisis estadístico.	Alta prevalencia de insuficiencia.	Requiere políticas públicas preventivas.
Chowdhury et al. (2014)	Revisión sistemática + metaanálisis	Evaluar relación entre vitamina D y	Cohortes y ensayos clínicos internacionales.	Bases de datos, análisis estadístico.	Mortalidad, niveles séricos y suplementación.	Metaanálisis de estudios observacionales.	Niveles bajos se asocian con mayor mortalidad.	La vitamina D puede tener un

		mortalidad por causa específica			nales y RCT.		papel protector.	
Demay (2024)	Guía clínica de la Endocrine Society	Actualizar recomendaciones sobre vitamina D para prevención de enfermedad.	No aplica (guía clínica).	Revisión sistemática de evidencia.	Dosis, tamizaje y suplementación.	Síntesis de evidencia + consenso de expertos.	Nuevos puntos de corte y dosis sugeridas.	Revisión sustancial de guías 2011.
Engel (1977)	Artículo teórico clásico (modelo biopsicosocial)	Proponer un nuevo modelo que supere el paradigma biomédico	No aplica (teoría).	Análisis conceptual.	Factores biológicos, psicológicos y sociales.	Razonamiento teórico.	Introduce el marco biopsicosocial.	Fundamenta enfoque integral aplicable a APS.
Endocrine Society (2011)	Guía clínica	Evaluar y tratar deficiencia de	No aplica.	Revisión de evidencia.	Tamizaje, diagnóstico y	Consenso de expertos.	Primera guía robusta	Base para manejo clínico

		vitamina D.			suplementación.		sobre vitamina D.	internacional.
Esceo (2021)	Guía europea (osteoporosis)	Emitir recomendaciones para diagnóstico y tratamiento de osteoporosis.	Mujeres posmenopáusicas.	Revisión de evidencia.	Riesgo de fractura, vitamina D y calcio.	Síntesis y consenso.	Recomienda optimizar vitamina D en manejo óseo.	La vitamina D es fundamental en prevención secundaria.
Fernández Barra (2025)	Artículo de revisión conceptual	Plantear nueva perspectiva sobre enfermedades crónicas.	No aplica.	Revisión teórica.	Determinantes sociales, enfoque preventivo.	Análisis conceptual.	Propone visión ampliada de ECNT.	Relevante para abordaje de vitamina D en APS.
Gamboa (2015)	Estudio transversal	Estimar prevalencia de niveles bajos en universitarios	Universitarios; n ≈ indicado en el artículo (no especificado aquí).	Medición 25(OH)D y encuesta.	Nivel sérico, exposición solar y dieta.	Análisis descriptivo.	Prevalencia moderada-alta.	Sugiere realizar más estudios poblacionales.

		costarricenses.						
Giustina et al. (2024)	Consenso internacional	Establecer niveles óptimos de 25(OH)D.	No aplica.	Revisión de evidencia + panel de expertos.	Puntos de corte, metas de salud.	Consenso Delphi.	Propone nuevos rangos óptimos.	Aporta claridad ante divergencia entre guías.
Gómez y Herrera (2021)	Revisión sistemática	Revisar comorbilidades y mortalidad en mayores con COVID-19	Estudios sobre pacientes mayores con COVID-19.	Búsqueda en bases de datos, extracción de datos.	Comorbilidades, mortalidad y severidad	Síntesis de evidencia.	Comorbilidades (DM, ECV) aumentan mortalidad.	Identifica poblaciones vulnerables; contexto relevante para estudios sobre vitamina D y COVID.
Health Canada (2022)	Documento gubernamental/guía	Proveer recomendaciones y guías sobre vitamina D para	Población general de Canadá (poblacional).	Revisión técnica y normativa.	Ingesta recomendada, suplementación, grupos de riesgo.	Revisión de evidencia, consenso técnico.	Recomienda suplementación en grupos con riesgo de insuficiencia.	Guía práctica para políticas públicas.

		canadienses.						
Holick (2007)	Revisión narrativa/artículo de revisión	Describir la epidemiología clínica de la deficiencia de vitamina D.	No aplica.	Revisión bibliográfica.	Deficiencia, consecuencias clínicas.	Síntesis de estudios clínicos y poblacionales.	Define magnitud del problema y consecuencias óseas.	Fue referencia seminal que reavivó interés clínico por vitamina D.
Holick y Chen (2015)	Revisión narrativa	Resumen de problemas globales y consecuencias de la deficiencia.	No aplica.	Revisión de literatura.	Epidemiología, salud pública y suplementación.	Síntesis de evidencia.	Reafirma preocupación mundial por deficiencia.	Recomendaciones de salud pública y necesidad de políticas.
Hosseini-Nezhad y Holick (2013)	Revisión global	Revisar evidencia sobre vitamina D y salud en	No aplica.	Revisión bibliográfica.	Fuentes, estatus poblacional y consecuencias.	Revisión crítica.	Estratificación por región y determinantes.	Subraya disparidades y necesidad de intervenciones

		contexto global.						contextual es.
Izaguirre-Berrios et al. (2023)	Comentario/observaciones (artículo universitario)	Reflexionar sobre el papel de la vitamina D en mortalidad por COVID-19	No aplica (comentario/observacional).	Revisión/observaciones teóricas.	Asociación vitamina D — COVID-19.	Síntesis de publicaciones y datos locales.	Señala correlaciones preliminares.	Llama a estudios controlados para confirmar asociación.
Krist et al. (2021)	Recomendación USPSTF	Emitir recomendación sobre tamizaje de deficiencia de vitamina D en adultos.	Adultos en contexto de prevención.	Revisión sistemática de evidencia para guía.	Beneficio del tamizaje y diagnóstico.	Evaluación de evidencia para recomendaciones.	Recomendó no realizar tamizaje universal; evidencia insuficiente para beneficio neto.	Tamizaje selectivo según factores de riesgo.
Lips (2010)	Revisión fisiológica	Revisar fisiología de la	No aplica.	Revisión de literatura científica.	Metabolismo, absorción y	Síntesis académica	Explica mecanismos	Base conceptual para

		vitamina D.			endocrinología.		fisiológicos clave.	interpretación clínica.
Mandariño et al. (2015)	Revisión narrativa	Revisar evidencia sobre vitamina D y riesgo de ECNT.	No aplica.	Revisión de estudios epidemiológicos.	Asociación con enfermedades crónicas.	Síntesis y discusión crítica.	Evidencia sugestiva, inconsistente para muchos desenlaces.	Necesidad de ensayos aleatorizados bien diseñados.
Ministerio de Salud (2022)	Documento institucional/protocolo	Recopilar normas, protocolos y lineamientos técnicos nacionales en salud.	No aplica (normativa).	Revisión normativa institucional.	Protocolos de atención y vigilancia.	Sistematización normativa.	Contiene lineamientos aplicables a programas de salud pública.	Marco regulatorio para intervención en salud, aplicable a programas de vitamina D.
Ministerio de Salud y CEN-Cinai (2021)	Documento institucional/lineamientos nacionales	Establecer lineamientos técnicos sobre alimentación y nutrición.	Población usuaria de servicios CEN-Cinai (niñez y familias).	Revisión normativa y técnica.	Nutrición, micronutrientes y suplementación.	Sistematización de guías y estándares.	Incluye recomendaciones generales aplicables a micronutrientes, incluidos vitamina D.	Aporta base institucional para programas nutricionales.

OMS (2023)	Revisión de evidencia/documento técnico OMS	Describir consideraciones de diseño en encuestas nacionales nutricionales.	No aplica (guía metodológica).	Revisión técnica de métodos de encuesta nutricional.	Variables nutricionales, antropometría y micronutrientes.	Análisis metodológicos y recomendaciones internacionales.	Establece estándares para medición de micronutrientes en el ámbito poblacional.	Es esencial para comparabilidad internacional en estudios de vitamina D.
OPS (2021)	Documento técnico/guía regional	Evaluar intervenciones de nutrición en programas de salud pública.	Programas latinoamericanos.	Revisión institucional/análisis técnico.	Intervenciones nutricionales, programas APS.	Métodos de evaluación de impacto.	Presenta modelos y herramientas para evaluar intervenciones.	Orienta a los países en evaluación de programas nutricionales, útil para vitamina D.
OPS-OMS (2022)	Informe técnico	Evaluar la salud sexual y reproductiva de	Adolescentes en América Latina y Caribe.	Encuestas poblacionales y análisis institucional.	Determinantes sociales, acceso, salud integral.	Procesamiento estadístico y análisis normativo.	Identifica brechas sanitarias relevantes para APS.	Útil para contextualizar inequidades en salud, pero no

		adolescentes.						aporta datos directos sobre vitamina D.
Pérez y Barrientos (2016)	Revisión narrativa	Revisar evidencia sobre vitamina D y su importancia para la salud ósea.	No aplica.	Revisión bibliográfica.	Metabolismo, hueso y suplementación.	Síntesis de estudios clínicos.	Reforzó la importancia de vitamina D en salud musculoesquelética.	Marco teórico útil para interpretación de resultados.
Quijano et al. (2022)	Diagnóstico nutricional/estudio institucional	Analizar la situación nutricional en Costa Rica.	Población costarricense.	Encuestas nacionales y análisis institucional.	Micronutrientes y antropometría.	Procesamiento de datos de vigilancia nutricional.	Incluye hallazgos poblacionales sobre deficiencias nutricionales (vitamina D limitada).	Aporta contexto nacional fundamental para el análisis.
Rosen et al. (2012)	Revisión de guías/posicionamiento	Analizar críticamente recomendaciones	No aplica.	Revisión de guías clínicas.	Ingesta, suplementación y tamizaje.	Comparación de recomendaciones.	Evidencia insuficiente para muchas	Debe ajustarse la práctica clínica según

		de vitamina D.					indicaciones.	evidencia moderada.
Ross et al. (2011)	Reporte del IOM/análisis de ingesta	Establecer recomendaciones de ingestión dietética (DRI) para vitamina D y calcio.	Población estadounidense y canadiense.	Análisis poblacionales, ensayos clínicos y revisiones.	Niveles séricos, ingesta, riesgo de toxicidad.	Evaluación sistemática de evidencia.	Define valores de referencia que aún se usan globalmente.	Documento de referencia clave para tus criterios clínicos.
Sociedad Española de Investigación Ósea (2021)	Consenso/guía clínica	Emitir recomendaciones sobre déficit de vitamina D.	Adultos en práctica clínica.	Revisión sistemática para consenso.	Diagnóstico, tamizaje y suplementación.	Metodología de consenso Delphi.	Establece puntos de corte y dosis.	Guía útil para comparar criterios internacionales.
Sociedad Española de Endocrinología (2024)	Guía clínica actualizada	Actualizar manejo del déficit de vitamina D.	Adultos y poblaciones especiales.	Revisión de evidencia + consenso.	Diagnóstico, tratamiento y seguimiento.	Validación de recomendaciones.	Ajustan dosis según factores de riesgo.	Guía reciente y pertinente para adaptar el flujograma clínico.

Sociedad Iberoamericana de Información Científica – SIIC (2021)	Revisión narrativa/nota técnica	Describir temas relevantes de salud desde una perspectiva iberoamericana.	No aplica.	Revisión de literatura e informes.	Micronutrientes, epidemiología, salud pública.	Síntesis de estudios y reportes.	Compila información útil sobre tendencias sanitarias regionales.	Aporta contexto regional; no es estudio primario.
Studer et al. (2019)	Estudio observacional	Determinar prevalencia de deficiencia de vitamina D en la población suiza.	Adultos suizos; muestra poblacional.	Medición de 25(OH)D y cuestionarios.	Vitamina D sérica, edad, sexo, estación del año.	Recolección clínica + encuestas.	Alta prevalencia, variación estacional marcada.	Refuerza importancia del clima y latitud como determinantes.
Suárez (2009)	Revisión narrativa	Explicar el proceso de lectura crítica en investigación en salud.	No aplica.	Revisión conceptual.	Evaluación crítica, metodología y validez.	Análisis teórico-metodológico.	Define pasos para interpretar estudios.	Referente metodológico útil para justificación del rigor investigativo.

Tinkham (2023)	Revisión narrativa/artículo académico	Analizar evidencia reciente sobre vitamina D y salud integral.	No aplica.	Revisión bibliográfica.	Niveles séricos, suplementación y riesgos.	Síntesis de investigaciones recientes.	Destaca controversias actuales en beneficios extraóseos.	Sugiere cautela y enfoque en grupos de riesgo.
UCR – Escuela de Nutrición (2024)	Documento institucional/informe académico	Presentar hallazgos y guías nutricionales desde la academia.	No aplica.	Compilación académica.	Micronutrientes, salud pública.	Revisión de estudios y lineamientos.	Incluye perspectivas locales sobre deficiencias nutricionales.	Útil para contextualizar la realidad costarricense.
US Department of Health & Human Services/NIH (2024)	Guía institucional/ficha técnica	Proveer lineamientos sobre vitamina D para profesionales.	Población general, pacientes en riesgo.	Revisión técnica.	Requerimientos, toxicidad y suplementación.	Sistematización de evidencia reciente.	Resume recomendaciones con base en evidencia.	Es uno de los documentos más actualizados en el ámbito internacional.
Valenzuela et al. (2019)	Estudio observacional/revisión crítica	Analizar la prevalencia de la deficiencia	Estudios latinoamericanos.	Revisión de estudios poblacionales.	25(OH)D, latitud, edad,	Síntesis de datos regionales.	Alta prevalencia en varios países.	Relevante para justificar intervenciones.

		a de vitamina D y factores asociados en Latinoamérica.			exposición solar.			nes regionales.
Wimalawansa (2018)	Revisión narrativa	Analizar el papel de la vitamina D en la salud global.	No aplica.	Revisión de literatura.	Factores de riesgo, suplementación y deficiencia.	Discusión crítica.	Destaca impacto en salud ósea y general.	Señala necesidad de políticas públicas con base en evidencia.
Wimalawansa (2022)	Revisión actualizada/pos tura académica	Actualizar conocimiento sobre vitamina D, inmunología y salud pública.	No aplica.	Revisión de literatura reciente.	Vitamina D, inmunidad y suplementación.	Síntesis de estudios recientes.	Recalca influencia en sistema inmune.	Sugiere fortalecer recomendaciones clínicas.
WMA – Declaración de Helsinki (Edición	Declaración ética/normativa internacional	Establecer principios éticos para investigaci	Participantes humanos en investigación.	Norma internacional (no	Ética, consentimiento,	Lineamientos normativos	No aplica (no genera resultados).	Fundamenta todos los aspectos éticos del

2013, vigente, 2024)		ón con seres humanos.		investigación)	riesgo-beneficio.			estudio y análisis crítico.
Van Schoor y Lips (2011)	Revisión narrativa	Analizar niveles de vitamina D en el ámbito mundial	No aplica	Revisión bibliográfica de estudios internacionales	Prevalencia de deficiencia, factores geográficos	Síntesis de datos poblacionales	Alta prevalencia en múltiples continentes; variaciones según latitud	Destaca la necesidad de estrategias globales y locales de prevención
Villalta y Rodríguez (2021)	Revisión sistemática	Estimar la prevalencia de la deficiencia de vitamina D en Latinoamérica.	Estudios poblacionales latinoamericanos.	Revisión de bases de datos y artículos científicos.	25(OH)D, edad, región y sexo.	Selección y análisis de estudios siguiendo criterios Prisma.	Alta prevalencia; heterogeneidad en medición y puntos de corte.	Se recomienda estandarizar mediciones y estrategias de prevención.
Wacker y Holick (2013)	Revisión narrativa	Revisar efectos de vitamina D sobre salud esquelética y	No aplica.	Síntesis de evidencia clínica y experimental.	Niveles séricos, suplementación, desenlace	Revisión crítica de estudios clínicos y epidemiológicos.	Beneficios claros sobre hueso; evidencia mixta sobre	Reforzar intervención en salud pública y clínica; concentrar

		extraesqu elética.			es de salud.		otros sistemas.	grupos de riesgo.
Wimalawansa (2023)	Revisión narrativa/postura académica	Analizar el control de enfermedades crónicas y agudas mediante vitamina D.	No aplica.	Revisión de literatura reciente.	Salud ósea, inmunidad, enfermedad crónica.	Síntesis crítica y discusión de evidencia clínica.	Niveles suficientes de vitamina D ayudan a reducir riesgo de enfermedades crónicas y agudas.	Recomendación de suplementación segura en poblaciones vulnerables.
World Health Organization (2012)	Documento institucional/informe global	Presentar estadísticas de salud mundial.	Población global; datos agregados de países.	Recopilación de estadísticas oficiales y encuestas.	Mortalidad, morbilidad, factores de riesgo, indicadores de salud.	Análisis estadístico y comparativo.	Presenta panorama global de salud, lo que incluye indicadores nutricionales.	Base de referencia para formulación de políticas públicas, incluida nutrición.
Yang et al. (2021)	Revisión sistemática + metaanálisis	Identificar factores de riesgo para deficiencia de vitamina D	Estudios observacionales en adultos.	Extracción de datos de bases de datos científicas.	25(OH)D, edad, sexo, IMC, exposición solar y dieta.	Síntesis y análisis estadístico (metaanálisis).	Identifica factores de riesgo consistentes: poca exposición solar, obesidad,	Orienta estrategias de prevención y tamizaje poblacional.

en
adultos.

edad
avanzada.
