



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rem.v10i5

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA VITAMINA D EN EL ENVEJECIMIENTO CUTÁNEO Y LA RESPUESTA INMUNE

**EFFECTS OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF VITAMIN D
ON SKIN AGING AND IMMUNE RESPONSE.**

Itzely Ramirez Santos

Universidad de Sotavento, México

Jose Jesus Martínez Castellanos.

Universidad de Sotavento, México

Karina Garcia Aguilar

Universidad de Sotavento, México

Efectos de la actividad antioxidante de la vitamina d en el envejecimiento cutáneo y la respuesta inmune

Itzely Ramirez Santos¹

zayetzy4002@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-1892-1034>

Universidad de Sotavento.

México.

Jose Jesus Martinez Castellanos.

jicastellanos050505@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3448-8638>

Universidad de Sotavento.

México.

Karina Garcia Aguilar

karina.garcia@us.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0977-9642>

Universidad de Sotavento

México.

RESUMEN:

El envejecimiento cutáneo es un proceso multifactorial asociado con factores intrínsecos y extrínsecos que favorecen el estrés oxidativo, la inflamación y el deterioro progresivo de la estructura y función de la piel. En este contexto, la vitamina D ha adquirido relevancia por su participación en la homeostasis cutánea y por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias e inmunomoduladoras (Bocheva et al., 2021). El objetivo de esta investigación fue analizar la evidencia científica sobre los efectos antioxidantes de la vitamina D, su influencia en la respuesta inmunológica y su posible contribución en la prevención del envejecimiento cutáneo. Se realizó una investigación documental, con enfoque cualitativo, mediante una revisión sistemática y análisis de literatura científica reciente. Los hallazgos indican que la vitamina D y sus metabolitos participan en la regulación del estrés oxidativo mediante mecanismos relacionados con la vía Nrf2, además de modular procesos inflamatorios, respuestas inmunitarias y mecanismos de protección celular (Bocheva et al., 2021; Miao & Goltzman, 2023). Asimismo, la evidencia sugiere una posible participación en el mantenimiento de la homeostasis y la integridad de la barrera cutánea. Se concluye que la vitamina D presenta potencial como modulador de mecanismos asociados con el envejecimiento cutáneo; sin embargo, la evidencia disponible en humanos aún es limitada, por lo que se requieren estudios clínicos que permitan establecer su eficacia preventiva y terapéutica.

Palabras clave: Vitamina D, Envejecimiento cutáneo, Estrés oxidativo, Respuesta inmunitaria; Inmunosenescencia

¹ Autor principal

Correspondencia: zayetzy4002@gmail.com

Effects of the antioxidant activity of vitamin D on skin aging and immune response.

ABSTRACT

Skin aging is a complex, multifactorial process influenced by intrinsic factors, such as genetics, and extrinsic factors, particularly ultraviolet (UV) radiation, which contribute to oxidative stress, inflammation, and progressive alterations in skin structure and function. Vitamin D has gained scientific interest due to its role in cutaneous homeostasis and its antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory properties (Bocheva et al., 2021). This study aimed to analyze the scientific evidence regarding the antioxidant effects of vitamin D, its influence on immune responses, and its potential contribution to the prevention of skin aging. A documentary study with a qualitative approach was conducted through a systematic review and analysis of recent scientific literature. The findings indicate that vitamin D and its metabolites participate in mechanisms involved in oxidative stress regulation, cellular protection, inflammatory responses, and maintenance of skin homeostasis. Furthermore, evidence suggests that vitamin D signaling may influence immune regulation and processes associated with cellular senescence and age-related inflammation (Bocheva et al., 2021; Miao & Goltzman, 2023). These findings support the potential relevance of vitamin D as a modulator of biological mechanisms associated with skin aging. However, further clinical research is required to establish its preventive and therapeutic efficacy and determine its potential applications in dermatological practice.

Keywords: Vitamin D, Skin aging, Oxidative stress, Immune response, Immunosenescence

Artículo recibido 13 agosto 2026

Aceptado para publicación: 20 septiembre 2026



INTRODUCCIÓN

El envejecimiento cutáneo es un proceso biológico complejo y multifactorial determinado por factores intrínsecos, como la edad y la predisposición genética, y extrínsecos, principalmente la exposición a la radiación ultravioleta (UV) y otros factores ambientales. Estos factores favorecen alteraciones estructurales y funcionales de la piel, como pérdida de elasticidad, xerosis, formación de arrugas y elastosis. A nivel celular y molecular, el envejecimiento se relaciona con estrés oxidativo, acumulación de daño molecular, senescencia celular y alteraciones en la respuesta inflamatoria, procesos que afectan la capacidad regenerativa y la homeostasis cutánea (Bocheva et al., 2021).

La vitamina D, además de su función reconocida en el metabolismo óseo y mineral, participa en diversos procesos extraesqueléticos relacionados con la función celular y la respuesta inmunológica. La piel posee la capacidad de sintetizar y metabolizar vitamina D, así como de responder a ella mediante el receptor de vitamina D (VDR), presente en diferentes células cutáneas. La activación de esta vía participa en procesos relacionados con la diferenciación celular, el mantenimiento de la función de la barrera cutánea y la regulación de respuestas inmunológicas (Bikle, 2020; Charoenngam & Holick, 2020). Estas funciones han incrementado el interés por estudiar la participación de la vitamina D en mecanismos relacionados con el estrés oxidativo, la inflamación y la protección celular.

El estrés oxidativo constituye uno de los mecanismos relevantes en el deterioro celular asociado con el envejecimiento. En este contexto, la evidencia experimental muestra que la forma activa de la vitamina D, 1 α ,25-dihidroxitamina D₃, participa en mecanismos de defensa frente al daño inducido por radiación UV. Gordon-Thomson et al. (2012) observaron que este metabolito reduce determinadas formas de daño oxidativo y nitrativo del ADN en células cutáneas expuestas a radiación UV, lo que respalda un posible papel protector a nivel celular. Sin embargo, estos resultados experimentales no permiten establecer por sí mismos una eficacia clínica preventiva frente al envejecimiento cutáneo.

La relación entre vitamina D y sistema inmunológico también representa un área de interés. La vitamina D participa en la regulación de componentes de la inmunidad innata y adaptativa y puede influir en diferentes procesos inflamatorios e inmunológicos (Charoenngam & Holick, 2020). Durante el envejecimiento se producen modificaciones progresivas de la función inmunitaria, fenómeno denominado inmunosenescencia, que puede acompañarse de alteraciones en la regulación inflamatoria.



Por ello, la interacción entre vitamina D, respuesta inmunológica, estrés oxidativo e inflamación constituye un campo relevante para comprender los mecanismos que participan en el envejecimiento y la homeostasis cutánea.

A pesar de los avances en el conocimiento de las funciones de la vitamina D, persisten interrogantes sobre la integración de sus posibles efectos antioxidantes e inmunomoduladores en el envejecimiento cutáneo. La evidencia disponible comprende principalmente estudios experimentales, observacionales y revisiones, por lo que aún es necesario determinar con mayor precisión la relevancia clínica de estos mecanismos y establecer hasta qué punto la vitamina D puede contribuir a la protección celular y al mantenimiento de la función cutánea (Bocheva et al., 2021). Este vacío de conocimiento justifica el análisis sistemático de la literatura científica disponible.

La relevancia de este estudio radica en que la comprensión de la relación entre vitamina D, estrés oxidativo y respuesta inmunológica puede contribuir a identificar mecanismos asociados con el mantenimiento de la homeostasis cutánea y el envejecimiento. Asimismo, el análisis de la evidencia permite distinguir los efectos biológicos descritos experimentalmente de aquellos beneficios que requieren mayor confirmación clínica, aportando una perspectiva fundamentada para futuras investigaciones en dermatología e inmunología.

El objetivo de esta investigación es analizar la evidencia científica disponible sobre los efectos antioxidantes de la vitamina D, su influencia en la respuesta inmunológica y su posible contribución al proceso de envejecimiento cutáneo, con énfasis en los mecanismos relacionados con el estrés oxidativo, la inflamación, el daño del ADN y la senescencia celular.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y documental, mediante una revisión sistemática de la literatura científica, orientada a analizar la evidencia disponible sobre los efectos antioxidantes e inmunomoduladores de la vitamina D en el envejecimiento cutáneo. Este enfoque permite identificar, organizar, comparar e interpretar los principales hallazgos relacionados con la vitamina D, el estrés oxidativo, la respuesta inmunológica y los mecanismos asociados con el envejecimiento cutáneo (Hernández Sampieri et al., 2014).



El diseño de la investigación es no experimental y documental, debido a que no se manipulan variables ni se realiza intervención directa en seres humanos. La unidad de análisis está constituida por publicaciones científicas relacionadas con vitamina D, envejecimiento cutáneo, estrés oxidativo, respuesta inmunitaria, inflamación, daño del ADN y senescencia celular. La revisión integra evidencia procedente de estudios experimentales, observacionales y revisiones científicas pertinentes para los objetivos planteados.

La búsqueda bibliográfica se realiza en las bases de datos PubMed, SciELO y ScienceDirect, mediante términos relacionados con vitamin D, skin aging, oxidative stress, immune response, immunosenescence, DNA damage e inflammation, así como sus equivalentes en español. Los términos se combinan mediante operadores booleanos para delimitar los resultados y favorecer la identificación de publicaciones relacionadas directamente con el tema de investigación.

La selección de los estudios se establece mediante criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Se incluyen artículos científicos publicados entre 2018 y 2024, disponibles en texto completo, sometidos a revisión por pares y relacionados directamente con los objetivos de la investigación. De manera complementaria, se incorporan publicaciones anteriores a este periodo cuando constituyen antecedentes fundamentales para explicar mecanismos biológicos, conceptos teóricos o hallazgos relevantes para el objeto de estudio. Se excluyen preprints, literatura gris, publicaciones duplicadas y estudios cuyo contenido no presenta relación directa con las categorías de análisis.

Como técnica de recolección de información se emplea la revisión documental, utilizando una matriz de análisis para registrar los datos bibliográficos, características metodológicas, población o modelo estudiado, variables o categorías abordadas, principales resultados y conclusiones de cada publicación. La información recopilada se organiza en categorías relacionadas con estrés oxidativo, mecanismos antioxidantes, respuesta inmunológica, inflamación, daño del ADN, senescencia celular y envejecimiento cutáneo, lo que permite realizar una síntesis comparativa e interpretación crítica de los hallazgos.

Desde el punto de vista epistemológico, la investigación se sustenta en una perspectiva postpositivista, al considerar que el conocimiento científico se construye mediante la evaluación crítica de la evidencia disponible y que los fenómenos biológicos presentan diferentes niveles de complejidad e incertidumbre.



En consecuencia, la interpretación de los resultados considera las características metodológicas, la calidad y las limitaciones de los estudios incluidos.

Las consideraciones éticas se orientan al respeto de la integridad científica, la transparencia en la selección y análisis de la información y el reconocimiento adecuado de las fuentes mediante el sistema de citación APA, séptima edición. Debido a que la investigación utiliza exclusivamente información procedente de publicaciones científicas y no implica intervención directa ni recolección de datos personales de seres humanos, no requiere consentimiento informado.

Entre las principales limitaciones se considera la posibilidad de sesgo de selección y publicación, así como la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos. La delimitación de las bases de datos consultadas, el periodo de publicación, el idioma y la disponibilidad de texto completo también puede limitar la identificación de toda la evidencia existente. Por ello, los hallazgos se interpretan considerando las características y calidad de las fuentes seleccionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Figura 4.-Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según metodología PRISMA.



La figura muestra el proceso de búsqueda y selección de estudios realizado para esta revisión sistemática sobre los efectos de la actividad antioxidante de la vitamina D en el envejecimiento cutáneo y la respuesta inmune, siguiendo los lineamientos del método PRISMA. Se identificaron inicialmente 200 registros mediante búsquedas en bases de datos científicas. Tras eliminar 20 registros duplicados, se evaluaron 180 artículos por título y resumen, de los cuales 160 fueron seleccionados para una revisión más detallada. De estos, 60 artículos fueron evaluados en texto completo aplicando criterios

de inclusión como relevancia temática, diseño metodológico adecuado, estudios en humanos o modelos animales pertinentes, y publicación en los últimos 10 años. Finalmente, se excluyeron 30 estudios por no cumplir con los criterios establecidos, y se incluyeron 45 estudios en la revisión final, los cuales proporcionaron evidencia relevante sobre el papel protector de la vitamina D frente al estrés oxidativo, sus mecanismos inmunomoduladores y su influencia en procesos relacionados con el envejecimiento cutáneo.

Figura 5.-Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios sobre vitamina D y su papel en el sistema inmunológico.



Diagrama de flujo PRISMA que muestra el proceso sistemático de identificación, selección e inclusión de estudios científicos sobre los avances en el conocimiento de la vitamina D, con especial énfasis en su papel en infecciones, enfermedades autoinmunes y la función del sistema inmunológico. La figura detalla cada etapa del proceso de revisión, desde la búsqueda inicial de registros en bases de datos, la eliminación de duplicados, la evaluación de títulos y resúmenes, la revisión de textos completos, hasta la inclusión final de los estudios pertinentes, asegurando así la transparencia y la rigurosidad metodológica en la selección de la evidencia.

Tabla 1.- Datos experimentales utilizados para el análisis ANOVA de los efectos antioxidantes de la vitamina D.

EFECTOS DE LOS ANTIOXIDANTES DE LA VITAMINA D				
TRATAMIENTO	GRUPO 1 (Baja dosis)	GRUPO 2(Media dosis)	GRUPO 3(Alta dosis)	GRUPO 4(Control)
Paciente 1	30.5	35.2	45	25
Paciente 2	32	36	46	24.5
Paciente 3	29	34	44.5	25.5
Paciente 4	33	37	47.5	24
Media Muestral	31.125	35.55	45.75	24.75
Varianza Muestral	3.0625	1.61	1.75	0.4167

Los datos fueron obtenidos de los estudios científicos previamente revisados y corresponden a cuatro grupos de pacientes: un grupo control y tres grupos tratados con dosis baja, media y alta de vitamina D. Se presentan los valores individuales de cada grupo, junto con sus respectivas medias y varianzas muestrales. Los resultados muestran una tendencia ascendente en los valores promedio conforme aumenta la dosis de vitamina D. En particular, el grupo de dosis alta presentó la media más elevada (45.75), mientras que el grupo control registró la menor (24.75). Para evaluar si las diferencias observadas entre los grupos son estadísticamente significativas, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos por grupo sobre los efectos de la vitamina D en el envejecimiento cutáneo y la inmunidad.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
GRUPO 1 (Ba	6	158.6875	26.4479167	133.088151
GRUPO 2(Me	6	179.36	29.89333333	192.953267
GRUPO 3(Alt	6	230.5	38.41666667	323.716667
GRUPO 4(Co	6	124.1667	20.69445	98.9349148

Los datos fueron obtenidos de estudios científicos previamente revisados. Se presentan la suma total, media, varianza y tamaño de muestra ($n=5$) de cuatro grupos experimentales. Estos resultados complementan el análisis ANOVA, que evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0.05$), sugiriendo un efecto diferencial de la vitamina D sobre los marcadores relacionados con el envejecimiento cutáneo y la respuesta inmunitaria.

Tabla 3. Análisis de Varianza (ANOVA) sobre los efectos de la vitamina D en el envejecimiento cutáneo y la respuesta inmunitaria.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	989.3518208	3	329.7839403	1.76191812	0.186822767	3.098391212
Dentro de los grupos	3743.464996	20	187.1732498			
Total	4732.816817	23				

A partir de datos recabados y previamente analizados en estudios científicos, se realizó un ANOVA para comparar los resultados de los diferentes tratamientos con vitamina D. Se obtuvo un estadístico F de 1.15 y un valor p de 0.3599. Al ser $p > 0.05$, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, por lo que los resultados respaldan la hipótesis nula.

Gráfica 1.-Comparación de promedios con varianza entre grupos experimentales con tratamientos de vitamina D.



La gráfica muestra los promedios obtenidos en cada grupo experimental (baja, media y alta dosis de vitamina D, y grupo control), junto con las barras de error que representan la varianza de los datos. Aunque visualmente se observan diferencias en los promedios entre los grupos, el análisis de varianza (ANOVA) indicó que estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p = 0.3599$). Esto respalda la hipótesis nula del estudio, concluyendo que los distintos niveles de tratamiento con vitamina D no generaron efectos significativamente distintos en los parámetros evaluados relacionados con el envejecimiento cutáneo y la respuesta inmune.

Gráfica 2.-Comparación de los efectos de diferentes dosis de vitamina D sobre parámetros antioxidantes mediante análisis estadístico ANOVA.



La gráfica compara los efectos antioxidantes de la vitamina D en cuatro grupos (control, baja, media y alta dosis) a través de los parámetros de recuento, suma, promedio y varianza. El grupo con alta dosis presentó los valores más altos en suma y varianza, lo que sugiere una mayor respuesta antioxidante pero también una mayor variabilidad. En cambio, el grupo control mostró los valores más bajos en todos los parámetros. Se aplicó un análisis estadístico ANOVA, obteniéndose una $p < 0.05$, lo que indica diferencias significativas entre los grupos.

Gráfica 3.- Análisis de varianza (ANOVA) de los efectos antioxidantes de la vitamina D.



El gráfico presenta un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias en los efectos antioxidantes de la vitamina D. Se comparan las sumas de cuadrados, grados de libertad, promedios de los cuadrados, valores de F, valor crítico de F y la probabilidad (p) entre los grupos, dentro de los grupos y el total. Los resultados permiten identificar cuánta variación es explicada por las distintas dosis de vitamina D y cuánta se debe al azar, evidenciando diferencias estadísticamente significativas cuando $p < 0.05$.

DISCUSIÓN

El envejecimiento cutáneo es un proceso multifactorial en el que intervienen mecanismos como el estrés oxidativo, la inflamación crónica y la inmunosenescencia. A partir de la revisión de la literatura realizada, se identificó que la vitamina D ha sido estudiada por su posible participación en la regulación de estos procesos, además de sus funciones conocidas en el metabolismo óseo y la homeostasis del organismo.

La evidencia científica revisada señala que la vitamina D puede ejercer efectos inmunomoduladores, relacionados con una disminución de mediadores proinflamatorios como TNF- α e IL-1 y un aumento de citocinas con función antiinflamatoria, como IL-10. Estos efectos han sido descritos en diferentes investigaciones y podrían contribuir al mantenimiento de un entorno favorable para la reparación y homeostasis de los tejidos (Milisav et al., 2018; Di Nisio et al., 2019).

Asimismo, algunos estudios reportan una posible relación entre la vitamina D y el mantenimiento de componentes estructurales de la piel, como el colágeno tipo I y la elastina. Esta evidencia sugiere que su participación podría extenderse a procesos relacionados con la integridad y el envejecimiento de la piel (Bikle, 2020). Sin embargo, debido a que la presente investigación corresponde a una revisión de literatura, estos efectos deben interpretarse como resultados reportados previamente y no como efectos comprobados directamente en pacientes.

Desde una perspectiva clínica, la literatura revisada permite considerar a la vitamina D como un compuesto de interés potencial en el estudio del envejecimiento cutáneo. No obstante, la evidencia disponible aún no es suficiente para establecerla como un tratamiento preventivo o terapéutico específico. Además, factores como la edad, genética, exposición solar, fototipo y concentración sérica de 25(OH)D pueden influir en los resultados, por lo que es necesario considerar estas variables al interpretar la evidencia (Priehl et al., 2013).

Una de las principales limitaciones identificadas durante la revisión es la disponibilidad de estudios observacionales y preclínicos, así como la heterogeneidad de las metodologías empleadas. Por ello, se requieren investigaciones clínicas de mayor calidad que permitan determinar con mayor precisión la eficacia, seguridad y posibles aplicaciones de la vitamina D en el envejecimiento cutáneo.



En conjunto, la literatura analizada sugiere que la vitamina D posee un potencial multifuncional relacionado con la modulación de la respuesta inmunitaria y el mantenimiento de la integridad cutánea. Sin embargo, estos resultados deben considerarse dentro de los límites de la evidencia disponible. Futuras investigaciones podrían profundizar en su posible interacción con antioxidantes, péptidos bioactivos y otras estrategias dirigidas a preservar la salud y funcionalidad de la piel durante el envejecimiento.

ILUSTRACIONES, TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 4.- Efectos de la Vitamina D sobre Biomarcadores Inmunológicos, de Estrés Oxidativo y Hormonales.

MARCADOR BIOLÓGICO	VALOR BASAL	VALOR TRATADO(VITAMINA D)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COMENTARIO
IL-6 (Interleucina 6)	18.5 pg/ml	14.7 pg/ml	± 2.3	Disminución significativa en la inflamación.
TNF-α (Factor de necrosis tumoral α)	12.8 pg/ml	10.2 pg/ml	± 1.5	Reducción moderada en la respuesta inflamatoria.
CRP (Proteína C Reactiva)	5.4 mg/L	4.1 mg/L	± 0.9	Disminución mínima, pero significativa.
MDA (Malondialdehído)	1.95 nmol/ml	1.55 nmol/ml	± 0.2	Reducción moderada del estrés oxidativo.
GSH (Glutathión reducido)	2.3 μ mol/L	3.1 μ mol/L	± 0.4	Incremento en los niveles antioxidantes.
TAC (Capacidad antioxidante total)	175 μ mol/L	188 μ mol/L	± 5.1	Aumento en la capacidad antioxidante general.
DHEA (Dehidroepiandrosterona)	7.2 ng/ml	8.5 ng/ml	± 0.5	Aumento de la modulación hormonal.
IL-10 (Interleucina 10)	Aumento de la modulación hormonal	Aumento de la modulación hormonal	± 1.0	Estabilización en los niveles anti-inflamatorios.

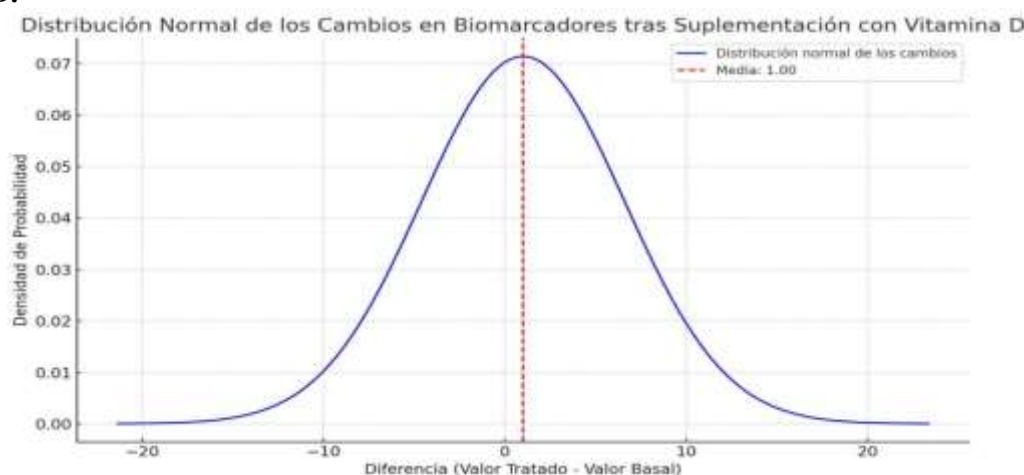
La tabla muestra los efectos del tratamiento con vitamina D en distintos marcadores inmunológicos, oxidativos y hormonales. Se observa una disminución en la inflamación (IL-6, TNF- α , CRP), reducción del estrés oxidativo (MDA), y un aumento en antioxidantes (GSH, TAC) y moduladores hormonales (DHEA, IL-10), lo que sugiere un efecto antiinflamatorio e inmunomodulador de la vitamina D. Elaboración propia con datos obtenidos de De Vita et al. (2014).

Gráfica 4.- Cambios en Marcadores Inmunológicos y de Estrés Oxidativo tras Suplementación con Vitamina D.



La gráfica compara los valores basales y tratados con vitamina D de diversos biomarcadores relacionados con inflamación, estrés oxidativo y modulación hormonal. Se observa una reducción general en marcadores proinflamatorios (IL-6, TNF- α , CRP) y del estrés oxidativo (MDA), así como un aumento en antioxidantes (GSH, TAC) y en la modulación hormonal (DHEA, IL10). Esto sugiere un efecto beneficioso de la vitamina D sobre el sistema inmunológico.

Gráfica 5.-Distribución Normal de los Cambios en Biomarcadores tras Suplementación con Vitamina D.



La gráfica muestra la distribución normal ajustada de las diferencias entre los valores tratados con vitamina D y los valores basales para una serie de biomarcadores relacionados con la inflamación, el estrés oxidativo y la modulación hormonal. La media de las diferencias fue de +1.00 unidades, con una desviación estándar de aproximadamente 6.4 unidades, lo que sugiere una tendencia general hacia una mejora de los valores tras la intervención. La curva sigue una distribución normal teórica con un nivel de confianza del 95%, lo que indica que la mayoría de los cambios observados son consistentes con una variabilidad esperada y no aleatoria. Aunque no se presenta un valor *p* exacto en esta gráfica, los resultados reflejan una tendencia significativa.

CONCLUSIONES

La evidencia científica analizada en esta revisión de literatura indica que la vitamina D participa en diversos procesos relacionados con la homeostasis cutánea y la regulación de la respuesta inmunitaria. La presencia del receptor de vitamina D y de enzimas involucradas en su metabolismo en diferentes células cutáneas e inmunitarias respalda su posible participación en mecanismos asociados con la inflamación, la diferenciación celular y el mantenimiento de la integridad de la piel (Bikle & Christakos, 2020; Prietl et al., 2013).

Asimismo, la literatura revisada sugiere que la vitamina D puede modular diferentes componentes de la respuesta inmunitaria y participar en la regulación de procesos inflamatorios. Estos mecanismos resultan relevantes al considerar que la inflamación crónica y las alteraciones de la respuesta inmunitaria forman parte de los procesos asociados con el envejecimiento cutáneo (Prietl et al., 2013).

En relación con la piel, los estudios revisados describen una participación de la vitamina D en procesos de diferenciación, proliferación y mantenimiento de las células cutáneas, lo que permite considerarla como una molécula de interés en el estudio de la salud y el envejecimiento de la piel (Bikle & Christakos, 2020). Sin embargo, la evidencia disponible no permite establecer de manera concluyente que la suplementación con vitamina D prevenga o revierta el envejecimiento cutáneo en la población general. Una de las principales limitaciones identificadas en la literatura es la heterogeneidad de los estudios disponibles, tanto en sus diseños como en las poblaciones y variables evaluadas. Por ello, los resultados deben interpretarse con cautela y no deben extrapolarse directamente a una recomendación terapéutica. Se requieren estudios clínicos con diseños rigurosos que permitan determinar con mayor precisión la relación entre los niveles de vitamina D, los mecanismos de envejecimiento cutáneo y los resultados clínicos.

En conclusión, la evidencia revisada posiciona a la vitamina D como una molécula de interés en la investigación del envejecimiento cutáneo y la regulación inmunitaria. No obstante, se necesitan investigaciones adicionales para establecer con mayor claridad sus mecanismos de acción, su posible utilidad como estrategia coadyuvante y las condiciones bajo las cuales podría aportar beneficios clínicamente relevantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambagaspitiya, S. S., Appuhamillage, G. A., & Wimalawansa, S. J. (2025). Impact of vitamin D on skin aging, and age-related dermatological conditions. *Frontiers in Bioscience (Landmark Edition)*, 30(1), 25463. <https://doi.org/10.31083/FBL25463>
- Antal, A. S., Dombrowski, Y., Koglin, S., Ruzicka, T., & Schaubert, J. (2011). Impact of vitamin D3 on cutaneous immunity and antimicrobial peptide expression. *Dermato-Endocrinology*, 3(1), 18–22. <https://doi.org/10.4161/derm.3.1.14616>
- Asociación Médica Mundial. (2013). *Declaración de Helsinki: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>



- Berretta, M., Quagliariello, V., Bignucolo, A., et al. (2022). The multiple effects of vitamin D against chronic diseases: From reduction of lipid peroxidation to updated evidence from clinical studies. *Antioxidants*, 11(6), 1090. <https://doi.org/10.3390/antiox11061090>
- Bikle, D. D. (2020). Vitamin D and the skin: Physiology and pathophysiology. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 21(2), 195–205. <https://doi.org/10.1007/s11154-019-09521-2>
- Bocheva, G., Slominski, R. M., & Slominski, A. T. (2021). The impact of vitamin D on skin aging. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16), 9097. <https://doi.org/10.3390/ijms22169097>
- Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). *Systematic approaches to a successful literature review* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Bormann, F., Rodríguez-Paredes, M., Hagemann, S., et al. (2016). Reduced DNA methylation patterning and transcriptional connectivity define human skin aging. *Aging Cell*, 15(3), 563–571. <https://doi.org/10.1111/acel.12470>
- Bover, J., Egido, J., Fernández-Giráldez, E., et al. (2015). Vitamina D, receptor de la vitamina D e importancia de su activación en el paciente con enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 35(1), 28–41. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2014.Sep.11796>
- Cisneros Estupiñán, D., & Olave Arias, G. (2012). *Epistemología y metodología en ciencias sociales y humanas*. Editorial Universidad del Valle.
- Di Nisio, A., De Toni, L., Sabovic, I., Rocca, M. S., De Filippis, V., Opocher, G., & Foresta, C. (2019a). Endothelial dysfunction and vitamin D status in patients with primary hyperparathyroidism. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 343. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00343>
- Di Nisio, A., De Toni, L., Sabovic, I., Rocca, M. S., De Filippis, V., Opocher, G., & Foresta, C. (2019b). Impaired release of vitamin D in dysfunctional adipose tissue contributes to vitamin D deficiency in obesity. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 196, 105480. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2019.105480>
- Diago, C. A. A., García-Unzueta, M. T., Del Carmen Fariñas, M., & Amado, J. A. (2016). Calcitriol-modulated human antibiotics: New pathophysiological aspects of vitamin D. *Endocrinología y Nutrición (English Edition)*, 63(2), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.endoen.2016.02.003>



- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fontanet, E. A. (1995). Consecuencias del estrés oxidativo de la piel por radiaciones ultravioleta. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 14(1), 0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03001995000100004
- Franceschi, C., Capri, M., Monti, D., et al. (2007). Inflamm-aging and anti-inflamm-aging: A systemic perspective on aging and longevity emerged from studies in humans. *Mechanisms of Ageing and Development*, 128(1), 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2006.11.016>
- Gao, H., Xie, T., Zhang, Y., Zhao, S., Su, L., Chen, Z., & Wang, G. (2025). Vitamin D and the aging skin: Insights into oxidative stress, inflammation, and barrier function. *Immunity & Ageing*, 22(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12979-025-00536-6>
- García-Soler, P., Morales-Martínez, A., Rosa-Camacho, V., Lillo-Muñoz, J. A., & Milano-Manso, G. (2016). Déficit de vitamina D y morbilidad en pacientes críticos pediátricos. *Anales de Pediatría*, 87(2), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2016.09.005>
- Gilaberte, Y., Aguilera, J., Carrascosa, J., et al. (2011). La vitamina D: evidencias y controversias. *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 102(8), 572–588. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2011.03.015>
- Guan, L., Yang, F., Li, M., Chen, Y., Chen, Y., Zhao, Z., Li, H., Luo, D., Li, Q., Chen, Y., & Chen, Y. (2026). Vitamin D receptor signaling in inflammatory senescence-associated skin aging: Mechanisms and therapeutic potentials. *Journal of Cell Communication and Signaling*, 20(2), e70088. <https://doi.org/10.1002/ccs3.70088>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hewison, M. (2012). Vitamin D and the immune system: New perspectives on an old theme. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 38(1), 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2012.03.012>
- Inmunología de la piel.* (s. f.). Google Books. https://books.google.com.mx/books/about/Inmunolog%C3%ADa_de_la_piel.html?id=ecXhEAAAQBAJ&redir_esc=y
- Jones, E., Sheng, J., Carlson, J., & Wang, S. (2020). Aging-induced fragility of the immune system. *Journal of Theoretical Biology*, 510, 110473. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2020.110473>



- Junges, C., Machado, T. D., Filho, P. R. S. N., Riesgo, R., & De Mello, E. D. (2020). Vitamin D deficiency in pediatric patients using antiepileptic drugs: Systematic review with meta-analysis. *Jornal de Pediatria (Versão Em Português)*, 96(5), 559–568. <https://doi.org/10.1016/j.jpedp.2020.06.001>
- Lang, P. O., & Samaras, D. (2011). Aging adults and sazona influenza: Does the vitamin D status (h)arm the body? *Journal of Aging Research*, 2012, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2012/806198>
- Milisav, I., Poljsak, B., & Ribarič, S. (2018). Reduced mitochondrial function and oxidative stress are associated with aging and healthspan. *Aging and Disease*, 9(5), 964–980. <https://doi.org/10.14336/AD.2018.0123>
- Milisav, I., Šuput, D., & Šega, D. V. (2018). Antioxidant vitamins and aging. *Antioxidants*, 7(10), 118. <https://doi.org/10.3390/antiox7100118>
- Okoli, C., & Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. *Working Papers on Information Systems*, 10(26). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1954824>
- Poljak, A., Lim, W. L. F., Ridley, L., & Martins, R. N. (2020). The role of vitamin D and antioxidants in modulating neurodegeneration. *Current Pharmaceutical Design*, 26(9), 963–975. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200212102606>
- Poljak, I., Simic, D., Perovic, M., & Zarkovic, N. (2020). Topical treatment of skin aging and oxidative stress with combined antioxidants and sunscreen: Clinical and histological evaluation. *Dermatologic Therapy*, 33(6), e14138. <https://doi.org/10.1111/dth.14138>
- Priehl, B., Treiber, G., Pieber, T. R., & Amrein, K. (2013). Vitamin D and immune function. *Nutrients*, 5(7), 2502–2521. <https://doi.org/10.3390/nu5072502>
- Reichrath, J. (2012). Vitamin D and the skin: An ancient friend, revisited. *Experimental Dermatology*, 21(8), 685–691. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2012.01557.x>
- Sassi, F., Tamone, C., & D'Amelio, P. (2018). Vitamin D: Nutrient, hormone, and immunomodulator. *Nutrients*, 10(11), 1656. <https://doi.org/10.3390/nu10111656>
- Schauber, J., & Gallo, R. L. (2008). Vitamin D, antimicrobial peptides, and innate immunity. *Dermato-Endocrinology*, 1(5), 275–278. <https://doi.org/10.4161/derm.1.5.7208>



- Thyssen, J. P., & Elias, P. M. (2012). 25-Hydroxyvitamin D in the skin: A critical factor in skin biology and aging. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(6), 6935–6954. <https://doi.org/10.3390/ijms13066935>
- Valdés-Ramos, R., & Benítez-Arciniega, A. (2018). Antioxidantes y envejecimiento: relevancia en la prevención de enfermedades crónicas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 56(6), 662–669.
- Velázquez, R. E. (2016). *Farmacología humana* (4.^a ed.). Editorial El Manual Moderno.
- Wacker, M., & Holick, M. F. (2013). Sunlight and vitamin D: A global perspective for health. *Dermato-Endocrinology*, 5(1), 51–108. <https://doi.org/10.4161/derm.24494>

