

# CORRECION TFM ANDRES PAZMIÑO.docx

*by Edison Andrés PAZMIÑO REYES*

---

**Submission date:** 25-Jul-2025 02:36AM (UTC+0200)

**Submission ID:** 2720132933

**File name:** CORRECION\_TFM\_ANDRES\_PAZMI\_C3\_910.docx (79.55K)

**Word count:** 6861

**Character count:** 38806

# **“El papel de la vitamina D en la Regulación de la Glucosa y su Impacto en la Diabetes Mellitus 2”**

<sup>1</sup>**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
NUTRICIÓN CLÍNICA**

**Autor/a:** D. Edison Andrés Pazmiño Reyes

**Tutor/a:** Dra. Andrea Higuera Gómez.

**Curso académico:** 2024-2025

*Trabajo Fin de Máster Universitario en Nutrición Clínica – 2024/25  
D. Edison Pazmiño Reyes*



## INDICE

Tabla de contenido	
INDICE.....	2
RESUMEN .....	3
ABSTRACT.....	4
1 INTRODUCCIÓN .....	5
2 OBJETIVOS:.....	7
3 METODOLOGIA .....	8
3.1. Diseño de estudio y justificación .....	8
3.2. Ámbito y población de estudio y muestra. Muestreo y elección de la muestra.....	8
3.3 Criterios.....	10
3.3.1 Criterios de Inclusión.....	10
3.3.2 Criterios de Exclusión.....	10
3.4 Herramienta de recogida de datos.....	11
3.5 Definición de variables de estudio.....	11
3.6 Análisis de datos .....	11
3.7 Consideraciones éticas .....	12
3.8 Plan de trabajo.....	13
3.9 Financiación.....	15
3.10 Resultados esperados .....	15
4 DISCUSIÓN .....	17
5 CONCLUSIONES.....	21
Referencias.....	22
ANEXOS .....	25

## RESUMEN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial, con una prevalencia creciente y graves implicaciones en la salud pública. Este proyecto busca determinar <sup>4</sup> el impacto de la vitamina D en el control de la glucosa en pacientes con DM2, considerando su potencial como coadyuvante <sup>1</sup> en la regulación de la glucemia <sup>1</sup> y la sensibilidad a la insulina. El estudio <sup>1</sup> se plantea como un ensayo clínico controlado aleatorizado (RCT) <sup>1</sup> con una muestra de 100 pacientes adultos diagnosticados con DM2 en la ciudad de Santo Domingo, Ecuador. Se evaluarán los niveles séricos de vitamina D, glucosa en ayunas, hemoglobina glicosilada (HbA1c) y resistencia a la insulina (HOMA-IR). Se aplicarán técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, utilizando pruebas como t de Student, ANOVA y chi-cuadrado, dependiendo de la naturaleza de las variables. Entre los resultados esperados, se anticipa que una proporción significativa de los participantes presente deficiencia de vitamina D (<20 ng/mL), asociada con un control glucémico deficiente y valores elevados de HbA1c y HOMA-IR. Además, se prevé identificar variaciones en los niveles de vitamina D según edad y sexo, con tendencia a niveles más bajos en grupos de mayor edad. Las conclusiones proyectan que la suplementación con vitamina D <sup>2</sup> podría mejorar la sensibilidad a la insulina y optimizar el control metabólico en pacientes con DM2, ofreciendo una alternativa accesible y efectiva para la salud pública en Ecuador. Se recomienda continuar investigaciones con diseños probabilísticos y análisis a largo plazo para confirmar su eficacia terapéutica.

**Palabras claves:** Diabetes mellitus tipo 2, vitamina D, control glucémico, resistencia a la insulina, suplementación.

## ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide, with an increasing prevalence and serious implications for public health. This project aims to determine the impact of vitamin D on glucose control in patients with T2DM, considering its potential as an adjuvant in regulating glycemia and insulin sensitivity. The study is designed as a randomized controlled clinical trial (RCT) with a sample of 100 adult patients diagnosed with T2DM in the city of Santo Domingo, Ecuador. Serum levels of vitamin D, fasting glucose, glycated hemoglobin (HbA1c), and insulin resistance (HOMA-IR) will be evaluated. Descriptive and inferential statistical techniques will be applied, using tests such as Student's t-test, ANOVA, and chi-square, depending on the nature of the variables. Among the expected results, it is anticipated that a significant proportion of participants will present vitamin D deficiency ( $<20$  ng/mL), which is associated with poor glycemic control and elevated HbA1c and HOMA-IR values. Furthermore, variations in vitamin D levels according to age and sex are expected, with a tendency toward lower levels in older groups. The conclusions project that <sup>2</sup>vitamin D supplementation could improve insulin sensitivity and optimize metabolic control in patients with T2DM, offering an accessible and effective alternative for public health in Ecuador. Further research with probabilistic designs and long-term analyses is recommended to confirm its therapeutic efficacy.

**Keywords:** Type 2 diabetes mellitus, vitamin D, glycemic control, insulin resistance, supplementation.

## 1 INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus de tipo 2 (DM2) se ha transformado en una epidemia a nivel mundial y es considerada por la Organización Mundial de La Salud (OMS), como una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel global (1). Esta patología se asocia con resistencia a la insulina y defectos en su secreción, por consiguiente, existe una hiperglicemia (2). A pesar de los tratamientos farmacológicos y la educación en cuanto a cambios en la conducta alimentaria y de estilo de vida, la prevalencia de la DM2 no para de incrementarse; su efecto es un reto muy grande para la salud pública (3).

En años recientes, la DM2 ha crecido a un ritmo alarmante, golpeando no solo a los hospitales sino también al bolsillo global, porque cuidar a cada paciente y enfrentar sus complicaciones implica un elevado coste. Por eso, los programas de salud pública la han incluido en la lista de prioridades y se mueven en dos frentes: mejorar el seguimiento de quienes ya están diagnosticados y lanzar iniciativas que frenen el contagio de nuevos casos (4) Investigar sustancias que podrían marcar la diferencia, como la vitamina D, resulta crucial; ese trabajo puede revelar novedades sobre cómo avanza la enfermedad y abrir la puerta a tratamientos más eficaces y, sobre todo, más asequibles.

La DM 2 no solo deteriora el organismo; también arrastra a quienes la padecen hacia una calidad de vida mucho más baja y un malestar psicológico notable. La enfermedad es caldo de cultivo para complicaciones serias: afecciones del corazón, daño en los riñones y trastornos de la vista, trastornos que pueden terminar en discapacidad o acortar la esperanza de vida.

En esta situación, la vitamina D ha cobrado importancia en relación a la regulación de la glucosa y el metabolismo de la insulina (4). Esta vitamina no solo tiene importancia en la salud de los huesos, tiene varias funciones como regulador en distintos procesos metabólicos, uno de ellos el metabolismo de la glucosa (5).

Perichart O. y colaboradores mencionan que niveles <sup>7</sup> deficientes de vitamina D pueden resultar en un mayor riesgo <sup>4</sup> de padecer diabetes tipo 2, lo que ha llevado a la hipótesis de que la suplementación de vitamina D puede impactar positivamente la sensibilidad a la insulina y el control de la glucosa (6). Sin embargo, aunque prometedores, los estudios epidemiológicos y clínicos aún no parecen proporcionar suficiente evidencia para confirmar la relación o entender los mecanismos exactos involucrados (7).

En años recientes, numerosos estudios han demostrado que la vitamina D no sólo protege los huesos, sino que también modula funciones inmunitarias y metabólicas que podrían ayudar a

prevenir y controlar la diabetes. Su efecto, mediado por el receptor de vitamina D (VDR), <sup>4</sup> se observa en células centrales del metabolismo, como las betas del páncreas y el tejido adiposo, y se investiga cómo mejora la sensibilidad a la insulina y regula la secreción hormonal (8). Este cuerpo creciente de evidencia sugiere que la vitamina D, junto con otras intervenciones, podría integrarse de forma segura y eficaz en los programas terapéuticos para la diabetes tipo 2.

En humanos, la vitamina D puede ser sintetizada principalmente con la exposición solar, siendo importante procurar hacerlo en horas donde no exista un alto grado de radiación como es desde el mediodía, hasta las tres de la tarde. Sin embargo, también existe en algunas fuentes dietéticas <sup>7</sup> como pescados grasos, yemas de huevo y alimentos fortificados (9). Su metabolito activo principal, el calcitriol, afecta la asimilación de la glucosa a través de su receptor, VDR, que se puede encontrar en numerosas células del cuerpo humano, como las células beta del páncreas, los músculos y los tejidos adiposos (10). La vitamina D, ha demostrado tener un impacto positivo en la sensibilidad a la insulina y la secreción de esta por parte de las células beta pancreáticas, lo cual es de suma importancia en el control de la glucemia en el torrente sanguíneo (11).

En el contexto de Ecuador, varios estudios han demostrado una alta prevalencia de deficiencia de vitamina D en la población general. Según un estudio llevado a cabo por la Universidad Central de Ecuador en 2019, aproximadamente el 60% de los adultos de Quito sufrían de deficiencia de vitamina D (12). El déficit no está solamente relacionado con los problemas óseos, sino que también puede contribuir al aumento de enfermedades metabólicas, como la diabetes tipo 2 (13). De hecho, un estudio llevado a cabo en la Sierra de Ecuador en 2018 indica que los pacientes con diabetes tipo 2 que sufrían de deficiencia de vitamina D tenían resultados negativos en control de la glucosa y sufrían de resistencia a la insulina en comparación con <sup>4</sup> aquellos con niveles adecuados de vitamina D (2).

Además, investigaciones recientes han proporcionado datos estadísticos que subrayan la importancia de la vitamina D en la DM2 destacando que el 57% de los pacientes con diabetes tipo 2 en Cuenca, Ecuador, tenían deficiencia de vitamina D, lo que se define como niveles séricos <20 ng/mL (14). En este contexto, sincroniza favorablemente con las conclusiones de un metaanálisis de estudios observacionales de agrupación <sup>7</sup> entre niveles de vitamina D y riesgo <sup>2</sup> de DM2, lo que indica que las personas en el tercilio superior de concentración de vitamina D tenían en promedio un 38 % menos de riesgo de diabetes, en comparación con quienes estaban en el primer tercilio, lo que sugiere que corregir la deficiencia reduciría el riesgo (15).

En cuanto a la suplementación con vitamina D, un metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados descubrió que la suplementación con vitamina D3 (colecalciferol) reduce la prediabetes entre un 11 % y un 15 %, de acuerdo con la dosis y duración de la administración (17).

La diabetes 2, es una de las afecciones más comunes y costosas para la salud pública mundial, afectando a su vez todos los subsistemas del cuidado sanitario; su creciente prevalencia genera presiones económicas y sociales notables para quienes la padecen. (16). En Ecuador, la diabetes 2 ha dejado de ser un asunto aislado y se ha tornado en un verdadero reto sanitario nacional, porque, por una parte, el envejecimiento progresivo de la sociedad y, por otra, la elevada proporción de individuos en condiciones de riesgo, están elevando continuamente el conteo de diagnósticos oficiales (17). Como resultado, se convierte fundamental identificar factores para el desarrollo de la diabetes 2 y su prevención, así como su manejo.

La vitamina D, debido a la función que cumple <sup>2</sup> en la regulación de la glucosa y la sensibilidad a la insulina, es una dirección prometedora para complementar las estrategias convencionales en el tratamiento de la DM 2 (18). Dado que la deficiencia de vitamina D es generalizada <sup>3</sup> en muchas poblaciones, incluida la ecuatoriana, la investigación sobre el papel de esta vitamina en la DM 2 podría conducir a un enfoque asequible y a gran escala que pudiera implementarse ampliamente para mejorar la salud de la población (16). Además, ya que la población ecuatoriana muestra informes comunes de concentraciones inadecuadas de vitamina D, este estudio tiene implicaciones particulares para el país, ya que puede proporcionar datos que respalden o refuten la suplementación de vitamina en personas de riesgo para el desarrollo de DM 2.

En términos generales, el análisis presentado en este trabajo podría aportar nuevas luces sobre los caminos biológicos por los cuales la <sup>8</sup> vitamina D modula los niveles de glucosa y sobre la manera <sup>9</sup> en que su reposición, al corregir la deficiencia, podría ofrecer un apoyo terapéutico en DM 2.

## 2 OBJETIVOS:

### Objetivo General:

<sup>4</sup> Determinar el impacto de la vitamina D en el control de la glucosa en pacientes con diabetes tipo 2.

## Objetivos Específicos:

1. <sup>3</sup> Evaluar los niveles de vitamina D en pacientes con diabetes tipo 2.
2. Comparar niveles de vitamina D entre hombres y mujeres con diabetes tipo 2.
3. "Explorar la relación entre los niveles de vitamina D y el control glucémico, evaluado a través de los niveles de glucosa, hemoglobina glucosilada y resistencia a la insulina, en pacientes con diabetes tipo 2."
4. Comparar los niveles de vitamina D en pacientes con diabetes tipo 2 en función de la <sup>3</sup> edad.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1. Diseño de estudio y justificación

El estudio será clínico controlado aleatorizado (RCT), en el cual un grupo de pacientes con diabetes tipo 2 recibe suplementación con vitamina D durante un periodo determinado y otro grupo recibe placebo o atención habitual. Al final del periodo se comparan los niveles de HbA1c, glucosa y resistencia a la insulina para determinar el efecto de la suplementación. La metodología observacional resulta apropiada porque el equipo no modificará el entorno de los participantes, sino que recogerá y analizará datos ya existentes sin manipulación. La fase descriptiva permitirá delinear el perfil de vitamina D en la muestra, en tanto que la fase analítica buscará establecer asociaciones entre esa vitamina y marcadores clave control glucémico, como hemoglobina glucosilada (HbA1c), glucosa en ayunas y resistencia a la insulina, medidas esenciales para evaluar el estado metabólico de los pacientes. Este enfoque se justifica, además, por la escasez de investigaciones locales que exploren el impacto de la deficiencia de vitamina D sobre el control glucémico en Ecuador, haciendo necesario un examen sistemático de la realidad nacional (19).

### 3.2. <sup>1</sup>Ámbito y población de estudio y muestra. Muestreo y elección de la muestra

La investigación ~~se~~ llevará a cabo en centros de salud públicos y privados de la ciudad de Santo Domingo, que permiten abarcar distintos contextos socioeconómicos y geográficos representativos de la población urbana del Ecuador. La población de estudio estará compuesta por pacientes adultos con diagnóstico confirmado de diabetes mellitus tipo 2, que acuden regularmente a consulta médica y se encuentren bajo tratamiento según las guías de la American Diabetes Association (ADA).

Para la selección de la muestra se aplicará un muestreo no probabilístico por conveniencia, invitando a participar a aquellos pacientes que cumplan con los criterios de inclusión (edad

entre 40 y 75 años, diagnóstico de DM2, disposición para participar y firma de consentimiento informado).

Fórmula para el cálculo de muestra (para proporciones):

$$\frac{n = Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- Z = valor de Z para el nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para 95%)
- p = proporción estimada de la característica (por ejemplo, 0.60 = 60%)
- q = 1 - p
- e = margen de error permitido (por ejemplo, 0.10 = 10%)

Sustituyendo

- Z=1.96Z (para 95% de confianza)
- P = 0.60p
- q = 1-0.60=0.40q
- e = 0.10e = 0.10e=0.10

$$\frac{n = (1.96)^2 \cdot 0.60 \cdot 0.40}{(0.10)^2}$$

$$\frac{=3.8416 \cdot 0.24}{0.01}$$

$$\frac{=0.921984}{0.01}$$

$$=92.19n$$

<sup>3</sup> Con base en la proporción estimada de deficiencia de vitamina D en Ecuador (60 %), se utilizó la fórmula para el cálculo de muestras en proporciones:

$$n = (Z^2 \cdot p \cdot q) / e^2$$

Donde  $Z = 1.96$  (nivel de confianza del 95 %),  $p = 0.60$ ,  $q = 0.40$ , y  $e = 0.10$  (margen de error). Así, el tamaño mínimo requerido de muestra es de 93 pacientes. No obstante, se considera conveniente reclutar al menos 100 participantes para compensar posibles pérdidas o datos incompletos durante la recolección de información. (21).

### 3.3 Criterios

#### 3.3.1 Criterios de Inclusión

Se incluirán en el estudio aquellos participantes que cumplan con los siguientes criterios:

- Diagnóstico confirmado de diabetes mellitus tipo 2, de acuerdo con los lineamientos de la Asociación Americana de Diabetes (ADA). <sup>5</sup>
- Edad comprendida entre 40 y 75 años, para asegurar una muestra representativa de la población adulta afectada por esta patología. <sup>2</sup>
- Asistencia regular a consultas médicas en centros de salud públicos o privados de la ciudad de Santo Domingo, Ecuador.
- Disponibilidad y disposición para participar voluntariamente en la investigación durante todo el periodo de seguimiento establecido.
- Firma del consentimiento informado, luego de haber sido debidamente informado/a sobre los objetivos, procedimientos, beneficios y riesgos del estudio.

#### 3.3.2 Criterios de Exclusión

Serán excluidos del estudio aquellos participantes que presenten una o más de las siguientes condiciones:

- Diagnóstico de diabetes tipo 1, gestacional u otras formas secundarias de diabetes, por no corresponder al objeto específico de estudio.
- Tratamiento actual con suplementos de vitamina D o análogos, que puedan interferir en la evaluación del impacto de la suplementación estudiada
- Presencia de enfermedades crónicas graves o descompensadas, como insuficiencia renal crónica estadio IV o V, enfermedad hepática avanzada, cáncer en tratamiento activo u otras patologías que puedan afectar la homeostasis de la glucosa o el metabolismo de la vitamina D.

- Embarazo o lactancia, debido a las modificaciones fisiológicas y endocrinas que podrían alterar los resultados metabólicos.
- Condiciones psiquiátricas o cognitivas que limiten la capacidad de comprensión o el cumplimiento adecuado de las indicaciones del estudio.

### **3.4 Herramienta de recogida de datos**

Para la recolección de datos se utilizarán diversos instrumentos, de acuerdo con las necesidades del estudio. Se empleará una entrevista semiestructurada para obtener datos sociodemográficos detallados, como la edad, el sexo, el historial médico, los hábitos alimenticios, el nivel de actividad física y el consumo de suplementos. Este cuestionario sociodemográfico y clínico, se estructura en seis secciones, cada una con ítems cerrados y semiabiertos, aplicados mediante entrevista directa o autoadministración asistida, previa firma del consentimiento informado. A la vez permitirá contextualizar las características de los participantes y facilitar la interpretación de los resultados. Además, se llevará a cabo una evaluación clínica que incluye la medición de glucosa en ayunas, HbA1c, insulina basal y vitamina D sérica, todas ellas determinadas por un ensayo inmunoquímico basado en quimioluminiscencia. Estas pruebas metabólicas se obtendrán de muestras de sangre tomadas en condiciones estándar de ayuno y se procesarán con equipos de tecnología avanzada, procurando así la máxima precisión analítica. El análisis se realizará exclusivamente en laboratorios acreditados, de modo que la calidad y la confiabilidad de los datos estén garantizadas en todo momento.

### **3.5 Definición de variables de estudio**

**Variable independiente:** Nivel de vitamina D (25(OH)D) medido en ng/mL.

**Variables dependientes:**

Glucosa en ayunas: Medición de los niveles de glucosa sérica en ayunas, expresada en mg/dL.

HbA1c: Porcentaje de hemoglobina glicosilada, indicador del control glucémico a largo plazo.

Resistencia a la insulina: Medida mediante la fórmula del índice HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance).

### **3.6 Análisis de datos**

Los datos serán procesados mediante el software SPSS, utilizando estadística descriptiva e inferencial. Las variables continuas serán analizadas mediante medidas de tendencia central y dispersión, mientras que las cualitativas se resumirán con frecuencias absolutas y relativas.

Para evaluar las hipótesis de investigación, se emplearán pruebas estadísticas específicas según el tipo de variable y la naturaleza de los objetivos. En primer lugar, se verificará la normalidad de las variables cuantitativas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk o

5 Kolmogórov-Smirnov, y se evaluará la homogeneidad de varianzas con el test de Levene. La elección de pruebas paramétricas o no paramétricas dependerá del cumplimiento de estos supuestos.

La siguiente tabla resume el plan de análisis estadístico, alineado con los objetivos específicos del estudio:

Tabla 1

Plan de análisis estadístico

Objetivo	Prueba estadística utilizada
Evaluar los niveles de vitamina D en pacientes con DM2 (describir distribución y categorías).	medidas de tendencia central y dispersión para variables continuas; frecuencias/porcentajes para categorías (deficiencia, insuficiencia, suficiencia).
Comparar niveles séricos de vitamina D entre hombres y mujeres con DM2.	t de Student para muestras independientes
Explorar la relación entre los niveles de vitamina D y el control glucémico (glucosa, HbA1c, HOMA-IR).	Prueba de correlación Pearson

### 3.7 Consideraciones éticas

El presente trabajo se desarrollará en estricta concordancia con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki, cuyo objetivo primordial es salvaguardar los derechos y el bienestar de los sujetos implicados en la investigación. Para proteger la confidencialidad, toda la información identificable será reemplazada por códigos anónimos, de modo que los datos no puedan remontarse fácilmente a una persona en concreto. Antes de comenzar, cada voluntario recibirá una descripción detallada del estudio: su finalidad, etapas previstas, eventuales riesgos y beneficios, y la firme promesa de que su identidad permanecerá oculta. El consentimiento informado se recogerá por escrito de todos los participantes, asegurando su claridad y libre aceptación, y ninguna persona podrá ser incluida sin haber firmado previamente este documento. Finalmente, se tomará especial cuidado en que el estudio no produzca daño físico o psicológico, y cada voluntario podrá interrumpir su participación en cualquier momento sin

que eso implique repercusiones en su bienestar ni en sus relaciones con los investigadores. El <sup>5</sup> proyecto esta evaluado y aprobado por un comité de ética del hospital de Santo Domingo.

### 3.8 Plan de trabajo

El proyecto se desarrollará en un plazo de 12 meses distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2

Plan de trabajo

Actividad/me s	Ene ro	Febre ro	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Juni o	Juli o	Agos to	Septiem bre	Octub re	Noviem bre	Diciem bre
Selección de la muestra y recolección de datos sociodemográficos mediante las entrevistas semiestructuradas												
Recolección de muestras biológicas para las pruebas de glucosa, HbA1c y vitamina D												

Análisis de los datos obtenidos, con la ejecución de análisis estadísticos descriptivos e inferenciales

Redacción del informe final del estudio, incluyendo las conclusiones y recomendaciones.

Se presentarán los resultados a las autoridades académicas y a las instituciones sanitarias para su evaluación y posible implementación.

### 3.9 Financiación

El estudio será financiado a través de recursos institucionales proporcionados por la universidad en la que se lleva a cabo el proyecto. A continuación, se desglosan los costos estimados para cada una de las fases del estudio, considerando una muestra de 100 participantes:

Tabla 3

Financiación

Actividad	número de pruebas	número de personas	costo unitario en dólares	costo mensual en dólares	Total en dólares
Pruebas de laboratorio	100		30	3000	
Compensación a participantes:	100		10	1000	
Materiales y equipos de recolección de datos			500	500	
Personal de apoyo	3		2500	30000	
Software y análisis de datos			1000	1000	
Publicaciones y difusión de resultados		2000		2000	
Otros gastos administrativos		800		800	
Total					38300

### 3.10 Resultados esperados

En relación con el primer objetivo específico del proyecto, se espera evaluar los niveles séricos <sup>3</sup> de vitamina D en una muestra de pacientes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2, a fin de describir su distribución y clasificar su estado según criterios clínicos establecidos. Esta evaluación permitirá conocer la prevalencia de deficiencia, insuficiencia y suficiencia de vitamina D en este grupo poblacional, lo cual es relevante para identificar factores de riesgo adicionales en el control metabólico.

Se espera que una proporción significativa de los pacientes presente niveles bajos de vitamina D, especialmente en las categorías de deficiencia (<20 ng/mL) e insuficiencia (20–29.9 ng/mL). Este patrón podría reflejar hábitos nutricionales deficientes, limitada exposición solar o

condiciones clínicas subyacentes. La categoría de suficiencia ( $\geq 30$  ng/mL) probablemente será alcanzada por un número reducido de participantes. Estos hallazgos descriptivos se anticipan como línea base para posteriores análisis comparativos e inferenciales.

En relación con el segundo objetivo específico del proyecto, se espera comparar los niveles séricos de vitamina D entre hombres y mujeres diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2, con el propósito de identificar posibles diferencias según el sexo. Este análisis permitirá examinar si existen disparidades atribuibles a factores biológicos, conductuales o sociales que influyen en la síntesis, absorción o suplementación de esta vitamina, considerando que el metabolismo de la vitamina D puede estar condicionado por diferencias hormonales, hábitos de exposición solar, consumo dietético o adherencia terapéutica diferenciada por género.

Se anticipa que los niveles medios de vitamina D serán similares entre hombres y mujeres, sin que se evidencien diferencias estadísticamente significativas. Aunque es posible que las mujeres presenten una media ligeramente superior, dicha diferencia no sería suficiente para establecer una brecha relevante desde el punto de vista clínico. Este resultado sugeriría que el sexo, en sí mismo, no representa un factor determinante en la variabilidad de los niveles séricos de vitamina D en esta población específica. No obstante, estos hallazgos se consideran relevantes como línea base para estudios multivariados posteriores que integren otras variables moduladoras, tales como el tipo de suplemento utilizado, el nivel de actividad física, el fototipo de piel o la comorbilidad asociada.

En relación con el tercer objetivo específico del proyecto, se espera explorar la relación entre los niveles séricos de vitamina D y el control glucémico en pacientes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2. Para ello, se utilizarán como indicadores de control metabólico <sup>9</sup> los niveles de glucosa en ayunas, la hemoglobina glicosilada (HbA1c) y el índice de resistencia a la insulina (HOMA-IR), calculado a partir de glucosa e insulina basal. Esta exploración permitirá analizar si la vitamina D ejerce un efecto modulador sobre el metabolismo glucémico y si podría ser considerada un factor asociado a una mayor o menor estabilidad metabólica en esta población.

<sup>7</sup> Se anticipa que los niveles bajos de vitamina D se asocien con valores más elevados de glucosa, HbA1c y HOMA-IR, lo cual reflejaría una menor eficacia en el control glucémico. Esta tendencia sería coherente con la hipótesis de que la deficiencia de vitamina D contribuye a una mayor resistencia a la insulina y a un desbalance en la regulación glicémica. De confirmarse esta asociación mediante pruebas de correlación y análisis de regresión lineal, los hallazgos

esperados podrían sustentar la relevancia clínica de monitorear y corregir los niveles de vitamina D como parte del manejo integral del paciente con diabetes tipo 2. Estos resultados se proyectan como insumo valioso para investigaciones futuras que profundicen en el potencial terapéutico <sup>2</sup> de la suplementación de vitamina D en el control <sup>3</sup> de esta enfermedad crónica.

En relación con el cuarto objetivo específico del proyecto, se espera comparar <sup>3</sup> los niveles séricos de vitamina D en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en función de grupos etarios, específicamente entre los rangos de 40–49, 50–59, 60–69 y 70–75 años. Esta comparación permitirá identificar posibles variaciones fisiológicas en la síntesis y el metabolismo de la vitamina D asociadas con el envejecimiento, así como establecer si existen diferencias significativas que puedan orientar estrategias de intervención diferenciadas por edad.

Se prevé que los pacientes de mayor edad presenten niveles más bajos de vitamina D en comparación con los más jóvenes, lo cual podría estar vinculado a una menor exposición solar, cambios en la función renal o hepática, o deficiencias dietéticas más marcadas. A través del análisis de varianza (ANOVA) o, en caso de no normalidad, mediante la prueba de Kruskal-Wallis, se espera identificar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. De encontrarse tales diferencias, se aplicarán pruebas post hoc (como Tukey o Dunn) para precisar entre qué rangos etarios se presentan las mayores disparidades. Este análisis contribuirá a una comprensión más precisa del impacto del envejecimiento sobre el estado de vitamina D en la población diabética y ofrecerá elementos para el diseño de intervenciones específicas por grupo etario.

#### 4 DISCUSIÓN

Por su parte el principal objetivo de este estudio fue evaluar si la <sup>5</sup> suplementación con vitamina D tuvo un impacto positivo en la regulación de la glucosa en pacientes con diabetes tipo 2, especialmente en aquellos con deficiencia de vitamina D (DM2). En las últimas décadas, la diabetes tipo 2 alcanzó niveles epidémicos en todo el mundo, y su prevalencia continuó en aumento, particularmente en regiones como Ecuador, donde los hábitos alimentarios y el estilo de vida contribuyeron significativamente al desarrollo de la enfermedad. Además, la deficiencia de vitamina D se convirtió en una preocupación creciente en la población general, especialmente en personas con condiciones metabólicas como la DM2. En este sentido, se esperó que los resultados de este estudio proporcionaran información clave sobre cómo la suplementación con vitamina D podría mejorar el control glucémico en pacientes con DM2.

Una <sup>4</sup> de las hipótesis fundamentales de este estudio es que la suplementación con vitamina D en pacientes con <sup>5</sup> deficiencia tendría un impacto positivo en el control de la glucosa. Estudios previos, como el de Perichart et al. (6) y el de Merchán et al., (11) ya habían demostrado que la vitamina D desempeña un papel crucial en la regulación del metabolismo de la glucosa, principalmente a través de su interacción con el receptor de vitamina D (VDR) presente en las <sup>6</sup> células beta del páncreas, los músculos esqueléticos y el tejido adiposo. Se esperó que la administración de vitamina D en pacientes con diabetes tipo 2 y deficiencia <sup>7</sup> en los niveles de 25(OH)D (la forma activa de la vitamina D en el cuerpo) resultara en una mejora de la sensibilidad a la insulina y en una reducción de los niveles de glucosa en sangre, principalmente al mejorar la función de las células beta pancreáticas y aumentar la captación de glucosa en los <sup>8</sup> músculos esqueléticos (1).

En estudios previos, se observó que los pacientes con deficiencia de vitamina D presentaban mayores niveles de resistencia a la insulina, un marcador clave en la fisiopatología de la diabetes tipo 2. Por lo tanto, los resultados esperados de este estudio fueron consistentes con las conclusiones de investigaciones anteriores que sugirieron que la <sup>9</sup> corrección de la deficiencia de vitamina D podía ayudar a reducir la resistencia a la insulina, mejorar la función beta-pancreática y, en última instancia, optimizar el control de la glucosa (5).

En este estudio, también se buscó identificar diferencias significativas en los niveles de vitamina D en función de diversas características demográficas, como el sexo y la edad. Se anticipó que las mujeres, particularmente aquellas en edad fértil o menopáusica, presentaran <sup>10</sup> una mayor prevalencia de deficiencia de vitamina D, ya que las investigaciones indicaron que las mujeres suelen ser más susceptibles a bajos niveles de vitamina D, posiblemente debido a factores hormonales que influyen en la absorción y metabolismo de la vitamina D (2).

Además, se consideró que los pacientes mayores de 60 años podrían presentar una deficiencia de vitamina D más pronunciada, lo cual podría estar relacionado con la menor exposición solar, <sup>11</sup> la menor <sup>12</sup> capacidad de la piel para sintetizar vitamina D y los cambios metabólicos asociados a la edad (19). Esta <sup>13</sup> relación entre la edad y los niveles de vitamina D resultó de particular interés, ya que la edad avanzada es un factor de riesgo conocido para el desarrollo de diabetes tipo 2, y la suplementación con vitamina D podría ser <sup>14</sup> una intervención clave para este grupo de pacientes.

El análisis comparativo entre sexos y edades permitió identificar patrones en la distribución de la deficiencia de vitamina D en la población ecuatoriana, lo que fue relevante en un país donde

la prevalencia de deficiencia de vitamina D en adultos ha sido reportada como alta (12). La conexión entre bajos niveles <sup>4</sup> de vitamina D y la diabetes tipo 2 en estos grupos aportó más evidencia para considerar la implementación de políticas de salud pública destinadas a corregir esta deficiencia en la población en riesgo.

Este estudio también midió parámetros tradicionales de control de la diabetes, como la glucosa en ayunas y la HbA1c, junto con los niveles de vitamina D. Se esperaba que los pacientes con niveles bajos de vitamina D tuvieran un control glucémico más deficiente, basándose en investigaciones previas que mostraron una correlación entre niveles bajos de vitamina D y niveles más altos de glucosa (11). Se consideró que la suplementación con vitamina D podría mejorar estos niveles, lo que indicaría un mejor control de la diabetes y un menor riesgo de complicaciones relacionadas con la diabetes tipo 2, incluyendo enfermedades cardiovasculares y renales.

La resistencia a la insulina fue considerada uno de los problemas más importantes en la diabetes tipo 2, y se esperó que la suplementación con vitamina D tuviera efectos positivos sobre este parámetro. La medición de la resistencia a la insulina utilizando el índice HOMA-IR constituyó un componente clave del estudio. Se anticipó que los pacientes con deficiencia de vitamina D bajo tratamiento con suplementación presentaran un cambio significativo en este marcador. Estudios previos sugirieron que el cumplimiento de los niveles de vitamina D en la población favorecía la acción de la insulina y, por ende, disminuía la resistencia a la insulina, mejorando el control glucémico a largo plazo (7). El efecto de la vitamina D sobre la resistencia a la insulina fue importante no solo en la diabetes tipo 2, sino también en la prevención de la progresión a la enfermedad en aquellos con prediabetes.

Los resultados anticipados de esta investigación podrían haber tenido ramificaciones significativas <sup>2</sup> para la práctica clínica y la política de salud pública en Ecuador y en otros países con alta prevalencia de diabetes tipo 2 y deficiencia de vitamina D. Para Durán, si se confirmaba la hipótesis de este estudio y se encontraba que la suplementación con vitamina D mejoraba el control glucémico en pacientes con DM2, entonces esta intervención podría considerarse un complemento rentable y altamente beneficioso para el manejo convencional de la diabetes, que incluye el uso de agentes hipoglucemiantes y cambios en el estilo de vida (17). Además, dado que la deficiencia de vitamina D es común en muchas poblaciones, incluida la ecuatoriana, la implementación generalizada de programas de suplementación con vitamina D podría mitigar sustancialmente la carga económica y social asociada con la diabetes tipo 2 en el país.

Este estudio presentó algunas limitaciones, aunque se esperó que los resultados fueran favorables. Una de las más significativas fue el uso de muestreo no probabilístico y de conveniencia, lo que pudo llevar a sesgos de selección que limitaron la medida en que los hallazgos pudieran extrapolarse a toda la población de individuos con diabetes tipo 2. Además, el grado de adherencia a la suplementación de vitamina D como intervención pudo variar entre los sujetos, lo que podría haber socavado la efectividad de la intervención y, posteriormente, complicado la interpretación de los resultados. La falta de control sobre otros factores que podrían influir en el metabolismo de la glucosa, como la dieta, la actividad física o la farmacoterapia, también representó una limitación significativa.

Los hallazgos de este estudio podrían servir como base para investigaciones futuras con el objetivo de explorar los mecanismos biológicos a través de los cuales la vitamina D podría regular <sup>8</sup> el metabolismo de la glucosa. Se recomendó que los estudios futuros se ampliaran en alcance, empleando diseños de muestreo probabilístico más complejos y un rango más amplio de parámetros clínicos para confirmar los efectos reportados. Además, debería investigarse el papel de la vitamina D en relación con otros nutrientes o medicamentos antidiabéticos en el manejo de la diabetes tipo 2, con el fin de desarrollar estrategias terapéuticas más personalizadas y potentes.

## 5 CONCLUSIONES

La revisión del impacto de la vitamina D en el control de la glucosa en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 permite afirmar que esta vitamina podría <sup>2</sup>desempeñar un papel complementario en la regulación glucémica, especialmente en individuos con deficiencia. Los resultados esperados indican que una adecuada suplementación <sup>4</sup>puede mejorar la sensibilidad a la insulina y optimizar el control metabólico, reduciendo el riesgo de complicaciones asociadas a la DM2. En el contexto ecuatoriano, donde <sup>6</sup>la prevalencia de deficiencia de vitamina D es significativa, este estudio plantea una alternativa accesible y de potencial beneficio para la salud pública, con miras a integrarse en los programas de manejo de esta patología crónica.

No obstante, se reconocen limitaciones metodológicas como el uso de muestreo no probabilístico y la influencia de variables externas (dieta, actividad física y adherencia a tratamientos), que podrían afectar la validez externa de los hallazgos. Se recomienda profundizar en investigaciones futuras con diseños más robustos, muestras representativas y evaluaciones longitudinales que confirmen los efectos terapéuticos de la vitamina D, incluyendo su interacción con otros factores nutricionales y farmacológicos para un abordaje integral de la diabetes tipo 2.

## Referencias

- Apolo, A., Escobar, K., Herrera, I., Arias, C., & Apolo, D. (junio de 2020). Análisis descriptivo del síndrome metabólico en trabajadores de empresas en la costa ecuatoriana, 2017 y 2018. *Revista San Gregorio*, 2(39). doi:<https://doi.org/10.36097/rsan.v1i39.1368>
- Araya, A., Mou, M., & Ramirez, A. (2022). Revisión bibliográfica Actualización en el abordaje de hipovitaminosis D en población obesa. *Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos*, 6(3).
- Ayah , S., Joud , A., & Vijay, G. (2023). Recuperado el 2025, de Vitamina D, Microbiota Intestinal y Enfermedades Cardiometabólicas: Una: <https://biogenet.com.ec/wp-content/uploads/2024/10/Vitamina-D-Microbiota-Intestinal-y-Enfermedades-Cardiometabolicas-Una-Possible-Relacion-Tridireccional.pdf>
- Bioti, Y., Navarro, D., & Acosta, A. (2020). Vitamina D, más allá de la homeostasis cálcica. *Revista Cubana de Endocrinología*, 31(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-29532020000200012&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-29532020000200012&script=sci_arttext)
- Duran, Y., Macas, D., Chele, D., Zambrano, J., & Mendoza, T. (julio de 2025). Enfoque de la prevalencia de la diabetes mellitus tipo II a nivel mundial. *Polo del Conocimiento*, 10(3). Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/9095>
- Ferrer , A., Kiplagat , C., Alonso, , M., & Pérez , A. (2022). Factores de riesgo para la diabetes mellitus tipo 2 en adolescentes de un consultorio médico. *Revista de Enfermedades no Transmisibles Finlay*, 12(1).
- Garcini, F., & Orozco, C. (mayo de 2025). Influencia de nutrientes y enfermedades metabólicas sobre la memoria: revisión de alcance. *Revista De Nutrición Clínica Y Metabolismo.*, 1(1). Obtenido de <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/666>
- Giraldo, J., Arbeláez-, M., Jaramillo, F., Henao, C., & Muñoz, A. (junio de 2022). Función de las vitaminas D, E y K en condiciones especiales: salud y enfermedad. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 24(1).

Guamán, N., Mesa, I., Peña, S., & Ramírez, A. (agosto de 2021). Factores que influyen en la adherencia al tratamiento de la diabetes mellitus II. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40(3). doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.5039487>

Guevara, S., Palacios, G., Sacoto, G., Guevara, K., Roldán, J., Feicán, E., & Pelaez, I. (abril de 2024). Validación de un instrumento de tamizaje para detección de deficiencia de vitamina D y factores asociados. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 42(1). doi:<https://doi.org/10.18537/RFCM/42.01.02>

Jerez, C., Medina, Y., Ortiz, A., González, S., & Aguirre, M. (Septiembre de 2022). Fisiopatología y alteraciones clínicas de la diabetes mellitus tipo 2: revisión de literatura. *Revista Nova publicación científica En Ciencias biomédicas*, 20(38).

Mejia, J., Reyna, N., Bravo, A., Fernández, A., & Reyna, E. (mayo de 2022). VITAMINA D, SÍNDROME METABÓLICO Y DIABETES MELLITUS. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 20(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3755/375570662003/375570662003.pdf>

Mendoza, L. (noviembre de 2023). Importancia de la vitamina D3 en la diabetes. *Revista de diabetes*, 1(1). Obtenido de <https://www.revistadiabetes.org/misclanea/importancia-de-la-vitamina-d3-en-la-diabetes/>

Merchán, K., Suárez, G., & Suárez, L. (febrero de 2024). Vitamina D y su relación con la diabetes mellitus tipo 2. *MQRInvestigar*, 8(1). doi:<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.3412-3431>

Padilla, N., Fabbri, A., Della, D., Ricordi, C., & Infante, M. (diciembre de 2023). Papel inmunomodulador de la vitamina D y los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en trastornos autoinmunes: Revisión de la Literatura. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 73(3).

Perichart, O., Rodríguez, A., & Gutierrez, P. (octubre de 2021). Importancia de la suplementación en el embarazo: papel de la suplementación con hierro, ácido fólico, calcio, vitamina D y multivitamínicos. *Gaceta médica de México*, 156(3).

Pillajo, B., Mejia, J., Guevara, X., Gallegos, M., & Espinoza, R. (2024). *Compendio de Investigación Científica del Posgrado de Geriatría y Gerontología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador* (1 ed.). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de

[https://books.google.es/books?id=V48zEQAAQBAJ&lr=lang\\_es&hl=es&source=gbss\\_navlinks\\_s](https://books.google.es/books?id=V48zEQAAQBAJ&lr=lang_es&hl=es&source=gbss_navlinks_s)

Rodríguez, C., Zambrano, J., Velásquez, K., & Chuchuca, A. (mayo de 2025). Nutrición molecular: la interacción de los nutrientes con los genes: Molecular nutrition: the interaction of nutrients with genes. *Latam Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 6(3). doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.3959>

Sempértegui, B. (2023). Recuperado el 8 de junio de 2025, de Estudio: ecuatorianos presentan niveles inadecuados de vitamina D: <https://conexion.puce.edu.ec/estudio-ecuatorianos-presentan-niveles-inadecuados-de-vitamina-d/>

Torres, R., Acosta, M., Rodríguez, D., & Barrera, M. (Enero de 2020). Complicaciones agudas de diabetes tipo 2. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 4(1).

Valladares, J., & Halabe, J. (enero de 2021). Vitamina D: una vitamina controvertida. *Med Int Mex.*, 37(4). Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=100960>

Zurita, J., Pineda, R., Morales, J., & Solís, T. (septiembre de 2024). Comprensión y manejo de la diabetes mellitus: una revisión bibliográfica. *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE*, 7(15). doi:[doi.org/10.56124/sapientiae.v7i15.008](https://doi.org/10.56124/sapientiae.v7i15.008)

## ANEXOS

### Anexo I

Cuestionario Sociodemográfico

#### 1. Datos de Identificación

- **Edad cronológica (en años completos):** Se registrará como dato continuo.
- **Sexo biológico:** Masculino / Femenino.
- **Nivel de instrucción:** Sin instrucción / Primaria incompleta o completa / Secundaria incompleta o completa / Estudios técnicos o universitarios.
- **Estado civil:** Soltero/a / Casado/a / Unión libre / Separado/a / Viudo/a.
- **Condición laboral:** Empleado / Independiente / Desempleado / Jubilado.

---

#### 2. Historial Médico Personal

- **Diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2:** Año de diagnóstico.
- **Tratamientos actuales:** Antidiabéticos orales / Insulina / Combinados / Ninguno.
- **Comorbilidades declaradas:** Hipertensión arterial / Dislipidemia / Obesidad / Enfermedad renal / Enfermedad cardiovascular / Otros (especificar).
- **Antecedentes familiares de diabetes:** Sí / No / No sabe.

---

#### 3. Hábitos Alimenticios (últimos 7 días)

Se utilizará una adaptación del método de frecuencia de consumo alimentario (FFQ):

- **Frecuencia de consumo de fuentes naturales de vitamina D:**
  - Pescados grados (ej. atún, salmón, sardina): Nunca / 1 vez/semana / 2–3 veces/semana / >3 veces.
  - Huevos (especialmente yema): Nunca / 1–2 veces/semana / >2 veces.
  - Lácteos fortificados o alimentos enriquecidos con vitamina D: Nunca / Ocasional / Frecuente.
- **Exposición solar diaria (promedio):** Menos de 10 minutos / 10–20 minutos / más de 20 minutos.
- **Uso de protectores solares:** Siempre / A veces / Nunca.

---

#### 4. Nivel de Actividad Física

Adaptado del cuestionario IPAQ (versión corta):

- **Tipo de actividad predominante:** Sedentaria / Ligera / Moderada / Intensa.

- **Frecuencia semanal de actividad física:** Menos de 1 vez / 1–2 veces / 3 o más veces.
  - **Duración promedio por sesión:** Menos de 30 minutos / 30–60 minutos / Más de 60 minutos.
- 

#### 5. Consumo de Suplementos

- **¿Actualmente consume suplementos vitamínicos?** Sí / No.
  - **Tipo de suplemento consumido:** Vitamina D / Multivitamínico / Calcio / Otros (especificar).
  - **Frecuencia de consumo:** Diaria / Intermitente / Ocasional.
  - **Dosis estimada (si está disponible):** \_\_\_\_\_ UI/día o forma farmacéutica.
- 

#### 6. Percepción general de salud

- **¿Cómo califica su estado general de salud?** Muy bueno / Bueno / Regular / Malo / Muy malo.
- **¿Ha notado cambios recientes en su energía o estado de ánimo?** Sí / No (describir si es afirmativo).



PRIMARY SOURCES

---

1	Submitted to Universidad Europea de Madrid Student Paper	5%
2	ipi.oregonstate.edu Internet Source	2%
3	ciencialatina.org Internet Source	1%
4	www.investigarmqr.com Internet Source	1%
5	moam.info Internet Source	1%
6	www.nutricionhospitalaria.org Internet Source	1%
7	culturasinaloa.com Internet Source	1%
8	doczz.net Internet Source	1%
9	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Student Paper	1%

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      < 1%

Exclude bibliography      On