

Biomarcadores alternativos a la hemoglobina glicada en el monitoreo glucémico de la diabetes tipo 2: Revisión sistemática

Alternative biomarkers to glycated hemoglobin for glycemic monitoring in type 2 diabetes: A systematic review

Francisco Roberto Licuy Grefa*
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
francisco.licuy@unach.gob.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0903-9708>

Franklin Vicente Ramos Flor
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
framos@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-3041-1773>

***Correspondencia:**
francisco.licuy@unach.edu.ec

Cómo citar este artículo:
Licuy, F., & Ramos, F. (2026). Biomarcadores alternativos a la hemoglobina glicada en el monitoreo glucémico de la diabetes tipo 2: Revisión sistemática. *Esprint Investigación*, 5(Esp.2), 296-312. <https://doi.org/10.61347/eiv5iEsp.2.405>

Recibido: 18 de septiembre de 2026

Aceptado: 22 de octubre de 2026

Publicado: 29 de octubre de 2026

Resumen: La hemoglobina glicada (HbA1c) constituye el biomarcador de referencia para evaluar el control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DT2); sin embargo, determinadas condiciones fisiopatológicas pueden comprometer su fiabilidad. El objetivo fue evaluar la evidencia científica sobre el desempeño y la utilidad clínica de la HbA1c, los biomarcadores bioquímicos alternativos y el monitoreo continuo de glucosa (MCG) como método complementario en adultos con DT2. Se realizó una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones PRISMA 2020, mediante búsquedas en PubMed, Scopus y Web of Science, considerando publicaciones de los últimos cinco años. Se incluyeron 20 publicaciones, entre investigaciones originales y revisiones, que evaluaron la HbA1c, la albúmina glicada, la fructosamina, el 1,5-anhidroglucitol y el MCG. Los resultados se analizaron mediante una síntesis cualitativa. La HbA1c mantuvo su utilidad para evaluar la exposición glucémica crónica, aunque presentó discrepancias con otros indicadores en pacientes con enfermedad renal avanzada, anemia y alteraciones del recambio eritrocitario. La albúmina glicada y la fructosamina proporcionaron información sobre periodos más cortos de exposición glucémica, sin demostrar una superioridad consistente frente a la HbA1c. El 1,5-anhidroglucitol mostró una utilidad comparativa limitada, mientras que el MCG permitió caracterizar las fluctuaciones glucémicas. Se concluyó que estos métodos pueden complementar la evaluación glucémica en condiciones clínicas específicas, aunque la evidencia no demostró que su utilización conjunta mejorara los resultados clínicos.

Palabras clave: Albúmina glicada, diabetes mellitus tipo 2, fructosamina, HbA1c.

Abstract: Glycated haemoglobin (HbA1c) is the reference biomarker for assessing glycaemic control in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM); however, certain pathophysiological conditions may compromise its reliability. This study aimed to evaluate the scientific evidence on the performance and clinical utility of HbA1c, alternative biochemical biomarkers, and continuous glucose monitoring (CGM) as a complementary method in adults with T2DM. A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 reporting guidelines. PubMed, Scopus, and Web of Science were searched for publications from the preceding five years. Twenty publications, including original studies and reviews, evaluating HbA1c, glycated albumin, fructosamine, 1,5-anhydroglucitol, and CGM were included. The findings were analysed through qualitative synthesis. HbA1c remained useful for assessing long-term glycaemic exposure, although discrepancies with other indicators were observed in patients with advanced chronic kidney disease, anaemia, and altered erythrocyte turnover. Glycated albumin and fructosamine provided information on shorter periods of glycaemic exposure without demonstrating consistent superiority over HbA1c. The comparative utility of 1,5-anhydroglucitol remained limited, whereas CGM enabled the characterisation of glycaemic fluctuations. It was concluded that these methods may complement glycaemic assessment in specific clinical conditions; however, the available evidence did not demonstrate that their combined use improved clinical outcomes.

Keywords: Fructosamine, glycated albumin, HbA1c, type 2 diabetes mellitus.

Copyright: Derechos de autor 2026
Francisco Roberto Licuy Grefa, Franklin
Vicente Ramos Flor.



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-
NoComercial 4.0.

1. Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DT2) constituye uno de los principales desafíos para la salud pública mundial debido a su elevada prevalencia, progresión crónica y asociación con complicaciones microvasculares y macrovasculares (Wang et al., 2025). El control glucémico constituye un componente esencial para reducir el riesgo de estas complicaciones y mejorar los resultados clínicos. Por consiguiente, disponer de métodos precisos y fiables para evaluar la exposición a la glucosa resulta fundamental para orientar las decisiones terapéuticas y el seguimiento de los pacientes (Chen et al., 2023).

La hemoglobina glicada (HbA1c) constituye el biomarcador de referencia para evaluar el control glucémico a largo plazo, puesto que refleja la exposición promedio a la glucosa durante aproximadamente dos o tres meses (Wang & Hng, 2021). Su utilización se encuentra ampliamente extendida en la práctica clínica; sin embargo, la variabilidad biológica individual y determinadas condiciones fisiopatológicas pueden afectar la interpretación de sus resultados. Estas limitaciones adquieren especial relevancia cuando los valores obtenidos no representan adecuadamente el estado glucémico del paciente (Gough et al., 2023).

Entre las condiciones que comprometen la fiabilidad de la HbA1c se encuentran las alteraciones de la supervivencia eritrocitaria, las anemias, las hemoglobinopatías y la enfermedad renal crónica, particularmente en pacientes sometidos a hemodiálisis (Ahmed et al., 2022; Gallienni et al., 2021). Estas circunstancias pueden generar discrepancias entre la HbA1c y la exposición glucémica real, lo que dificulta la evaluación del tratamiento. En consecuencia, se ha incrementado el interés por identificar indicadores complementarios que permitan mejorar la valoración del control glucémico en poblaciones con características clínicas específicas (Kaminski et al., 2024).

Entre los biomarcadores bioquímicos alternativos destacan la albúmina glicada, la fructosamina y el 1,5-anhidroglucitol (1,5-AG), cuyos mecanismos de respuesta y periodos de evaluación difieren de los correspondientes a la HbA1c. La albúmina glicada y la fructosamina permiten estimar la exposición glucémica durante aproximadamente dos o tres semanas, mientras que el 1,5-AG puede aportar información sobre episodios recientes de hiperglucemia, especialmente relacionados con las fluctuaciones posprandiales (Kohzuma et al., 2021; Xu et al., 2024; Yu et al., 2024).

Por otra parte, el monitoreo continuo de glucosa (MCG) constituye una tecnología complementaria que permite evaluar las variaciones glucémicas mediante registros seriados de glucosa intersticial. A diferencia de los biomarcadores bioquímicos, proporciona información sobre patrones temporales, fluctuaciones y episodios de hipoglucemia e hiperglucemia que pueden pasar inadvertidos mediante mediciones aisladas. Su aplicación resulta especialmente relevante en pacientes con enfermedad renal crónica, en quienes se han documentado discrepancias entre las concentraciones de HbA1c y las métricas obtenidas mediante MCG (Galindo et al., 2024; Ling et al., 2022).

No obstante, la utilidad clínica de estos métodos alternativos continúa siendo objeto de investigación, debido a las diferencias en su rendimiento, reproducibilidad y susceptibilidad a factores no glucémicos. Aunque determinados estudios respaldan su aplicación en situaciones clínicas específicas, otros no han demostrado una superioridad consistente de la albúmina glicada y la fructosamina frente a la HbA1c (Daya et al., 2025; Niwaha et al., 2025). Esta heterogeneidad de resultados dificulta establecer criterios uniformes para su utilización e identificar las circunstancias en las que aportan información clínicamente relevante.

En este contexto, resulta necesario sintetizar críticamente la evidencia científica sobre el desempeño y la utilidad de los distintos métodos de evaluación glucémica en adultos con DT2. La coexistencia de enfermedades y alteraciones fisiopatológicas que afectan la interpretación de la HbA1c plantea interrogantes sobre la selección de indicadores fiables y complementarios. Por ello, una revisión sistemática permitiría identificar las ventajas, limitaciones y aplicaciones clínicas de los biomarcadores alternativos y del MCG, considerando las características de las poblaciones estudiadas (Kaminski et al., 2024; Niwaha et al., 2025).

Por consiguiente, el objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar la evidencia científica disponible sobre el desempeño y la utilidad clínica de la HbA1c, la albúmina glicada, la fructosamina y el 1,5-anhidroglucitol, así como el aporte complementario del monitoreo continuo de glucosa para evaluar el control glucémico en adultos con diabetes mellitus tipo 2, particularmente en presencia de condiciones fisiopatológicas que comprometen la fiabilidad de la HbA1c.

A partir del objetivo de esta revisión sistemática, se formularon las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿Cuáles son las características analíticas y la utilidad clínica de la HbA1c, la albúmina glicada, la fructosamina y el 1,5-anhidroglucitol para evaluar el control glucémico en adultos con diabetes mellitus tipo 2, y qué información complementaria proporciona el monitoreo continuo de glucosa?; 2) ¿Qué condiciones fisiopatológicas comprometen la fiabilidad de la HbA1c y cómo se comportan los biomarcadores bioquímicos alternativos y las métricas del monitoreo continuo de glucosa en dichas condiciones?; y 3) ¿Qué evidencia científica respalda la utilidad clínica de los biomarcadores bioquímicos alternativos y del monitoreo continuo de glucosa como métodos complementarios a la HbA1c para evaluar el control glucémico en adultos con diabetes mellitus tipo 2?

2. Metodología

Diseño del estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura con el propósito de evaluar el desempeño y la utilidad clínica de la hemoglobina glicada (HbA1c), los biomarcadores bioquímicos alternativos y el monitoreo continuo de glucosa (MCG) en adultos con diabetes mellitus tipo 2 (DT2). El proceso metodológico se desarrolló siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020, con el fin de favorecer la transparencia y reproducibilidad de los procedimientos de identificación, selección y síntesis de la evidencia científica (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se efectuó en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, mediante la aplicación de una estrategia estructurada que contempló publicaciones correspondientes a los cinco años anteriores a la fecha de búsqueda. Se emplearon términos relacionados con diabetes mellitus tipo 2, HbA1c, albúmina glicada, fructosamina, 1,5-anhidroglucitol y monitoreo continuo de glucosa. Estos términos se combinaron mediante los operadores booleanos AND y OR, considerando las características y los campos de búsqueda de cada base de datos.

Las estrategias se adaptaron a la sintaxis específica de las fuentes bibliográficas consultadas y se aplicaron los filtros de elegibilidad correspondientes. La búsqueda inicial registró 474 resultados, distribuidos entre PubMed (n = 329), Scopus (n = 113) y Web of Science (n = 32). Estos valores correspondieron a los registros recuperados antes de determinar su posible duplicación entre las bases de datos. Las estrategias de búsqueda y los resultados inicialmente comunicados se presentan en la tabla 1, sujetos a la comprobación de las consultas originales.

Tabla 1

Estrategias de búsqueda bibliográfica en PubMed, Scopus y Web of Science

Base de datos	Cadena de búsqueda	Estudios
PubMed	("Diabetes Mellitus, Type 2"[MeSH Terms] OR "type 2 diabetes"[tiab] OR "type 2 diabetes mellitus"[tiab]) AND (HbA1c[tiab] OR A1c[tiab] OR "glycated hemoglobin"[tiab] OR "glycated albumin"[tiab] OR "glycosylated albumin"[tiab] OR fructosamine[tiab] OR "1,5-anhydroglucitol"[tiab] OR "continuous glucose monitoring"[tiab] OR "flash glucose monitoring"[tiab] OR CGM[tiab] OR isCGM[tiab] OR rtCGM[tiab])	329
Scopus	TITLE-ABS-KEY("type 2 diabetes" OR "type II diabetes" OR "type 2 diabetes mellitus") AND TITLE-ABS-KEY(HbA1c OR A1c OR "glycated hemoglobin" OR "glycated albumin" OR "glycosylated albumin" OR fructosamine OR "1,5-anhydroglucitol" OR "continuous glucose monitoring" OR "flash glucose monitoring" OR "intermittently scanned continuous glucose monitoring" OR CGM OR isCGM OR rtCGM)	113
Web of Science	TS=("type 2 diabetes" OR "type II diabetes" OR "type 2 diabetes mellitus") AND TS=(HbA1c OR A1c OR "glycated hemoglobin" OR "glycated albumin" OR "glycosylated albumin" OR fructosamine OR "1,5-anhydroglucitol" OR "continuous glucose monitoring" OR "flash glucose monitoring" OR "intermittently scanned continuous glucose monitoring" OR CGM OR isCGM OR rtCGM)	32
Total		474

Nota. Las cadenas presentadas corresponden a propuestas de corrección sintáctica de las estrategias proporcionadas. Los recuentos se conservaron según los datos originales del estudio y deberán verificarse mediante la ejecución de las consultas con los mismos filtros y fechas. MeSH: Medical Subject Headings; HbA1c: hemoglobina glicada; CGM: monitoreo continuo de glucosa; isCGM: monitoreo continuo de glucosa con escaneo intermitente; rtCGM: monitoreo continuo de glucosa en tiempo real. Los registros corresponden a los resultados iniciales, antes de eliminar posibles duplicados.

Criterios de elegibilidad

Se consideraron elegibles las investigaciones originales y los artículos de revisión que abordaron la evaluación del control glucémico en adultos con DT2. Entre los estudios primarios se incluyeron investigaciones observacionales, ensayos clínicos y estudios de validación diagnóstica. Las publicaciones debieron examinar la HbA1c, la albúmina glicada, la fructosamina, el 1,5-anhidroglucitol o el MCG, y proporcionar información pertinente sobre su desempeño, asociación con parámetros glucémicos o utilidad clínica.

Asimismo, se consideraron las publicaciones que evaluaron condiciones fisiopatológicas susceptibles de comprometer la interpretación de la HbA1c, entre ellas la anemia, las hemoglobinopatías, la enfermedad renal crónica y las alteraciones del recambio eritrocitario. No obstante, la presencia de estas condiciones no constituyó un requisito obligatorio de inclusión, puesto que también se admitieron investigaciones desarrolladas en población adulta general con DT2. Esta decisión permitió examinar la evidencia en diferentes contextos clínicos y establecer comparaciones entre los métodos de evaluación glucémica.

Se excluyeron los editoriales, las cartas al editor, los reportes de caso y las publicaciones centradas exclusivamente en población pediátrica o en pacientes con diabetes mellitus tipo 1. También se descartaron los trabajos que no proporcionaron información pertinente para responder a las preguntas de investigación o cuyos datos resultaron insuficientes para su extracción y análisis. Los artículos de revisión se mantuvieron como fuentes elegibles, debido a que los criterios establecidos contemplaron tanto investigaciones primarias como síntesis de evidencia previamente publicadas.

Proceso de selección de estudios

La selección de las publicaciones se desarrolló mediante dos fases consecutivas. En la primera, se examinaron los títulos y resúmenes de los registros recuperados para identificar aquellos potencialmente relacionados con el objetivo de la revisión. En la segunda fase, se evaluaron los textos completos de las publicaciones seleccionadas y se verificó su correspondencia con los criterios de elegibilidad. Los documentos que no cumplieron los requisitos establecidos se excluyeron del proceso de síntesis.

Extracción de datos

La información se recopiló mediante una matriz de extracción previamente estructurada, en la que se registraron el autor, el año de publicación, el país, el diseño del estudio y el tamaño de la muestra. También se incorporaron las características de la población, los métodos de evaluación glucémica, las condiciones fisiopatológicas analizadas y los principales resultados. Esta organización facilitó la sistematización de los hallazgos y permitió comparar las características de las investigaciones incluidas.

Adicionalmente, se extrajeron los indicadores disponibles sobre el desempeño de los métodos evaluados, incluidos los coeficientes de correlación, las medidas de variabilidad analítica, la sensibilidad y la especificidad. Para examinar su utilidad clínica, se recopilaron los resultados relacionados con la evaluación del control glucémico, la identificación de episodios de hiperglucemia y las asociaciones con complicaciones diabéticas. Los indicadores se registraron únicamente cuando estuvieron disponibles en las publicaciones originales.

Síntesis y análisis de la información

La información recopilada se organizó mediante una síntesis cualitativa, considerando las diferencias entre los diseños metodológicos, las características poblacionales y los métodos de evaluación glucémica. Los hallazgos se agruparon según los biomarcadores estudiados y las condiciones clínicas que pudieron interferir en la interpretación de sus resultados. Esta clasificación permitió examinar las coincidencias y discrepancias identificadas entre las investigaciones, así como las posibles aplicaciones clínicas de los métodos evaluados.

El análisis se centró en la comparación de la HbA1c con la albúmina glicada, la fructosamina y el 1,5-anhidroglucitol, considerando su relación con las concentraciones de glucosa y su utilidad clínica. Asimismo, se examinaron las métricas proporcionadas por el MCG como fuente complementaria de información sobre las fluctuaciones glucémicas. Cuando los estudios presentaron datos cuantitativos comparables, se describieron las medidas de asociación y los parámetros diagnósticos comunicados por sus autores.

Consideraciones éticas

La revisión sistemática se desarrolló mediante el análisis de información previamente publicada en fuentes científicas, sin intervención directa sobre seres humanos ni acceso a datos personales identificables. Por esta razón, el estudio no requirió la obtención de consentimiento informado de participantes. Durante el proceso de revisión se respetaron los principios de integridad científica, transparencia y responsabilidad académica, mediante la atribución adecuada de las fuentes consultadas y la presentación fiel de los resultados comunicados por los autores originales.

Asimismo, se procuró mantener la objetividad durante la identificación, selección, extracción y síntesis de la información científica. Los hallazgos se interpretaron considerando las características metodológicas de las investigaciones y las limitaciones reconocidas en las publicaciones analizadas. Se evitó la modificación, omisión deliberada o interpretación descontextualizada de los resultados, con el propósito de preservar la fidelidad de la evidencia y favorecer la elaboración de conclusiones sustentadas en los estudios incluidos.

3. Resultados

Selección de estudios

La búsqueda bibliográfica realizada en PubMed, Scopus y Web of Science permitió identificar 474 registros potencialmente relevantes. Después de eliminar 145 duplicados, se conservaron 329 registros para la evaluación de títulos y resúmenes. Durante esta etapa, se excluyeron 269 publicaciones que no cumplieron los criterios de elegibilidad establecidos. En consecuencia, 60 artículos avanzaron a la fase de evaluación mediante lectura del texto completo.

De los 60 artículos examinados, se excluyeron 40 por ausencia de información comparativa pertinente, incumplimiento de los criterios poblacionales o insuficiencia de datos relacionados con los desenlaces de interés. Finalmente, 20 estudios cumplieron los requisitos de inclusión y se incorporaron a la síntesis cualitativa. El proceso de identificación, cribado, evaluación de elegibilidad e inclusión de las publicaciones se resumió mediante el diagrama de flujo PRISMA, presentado en la figura 1.

Características de los biomarcadores y métodos de evaluación del control glucémico

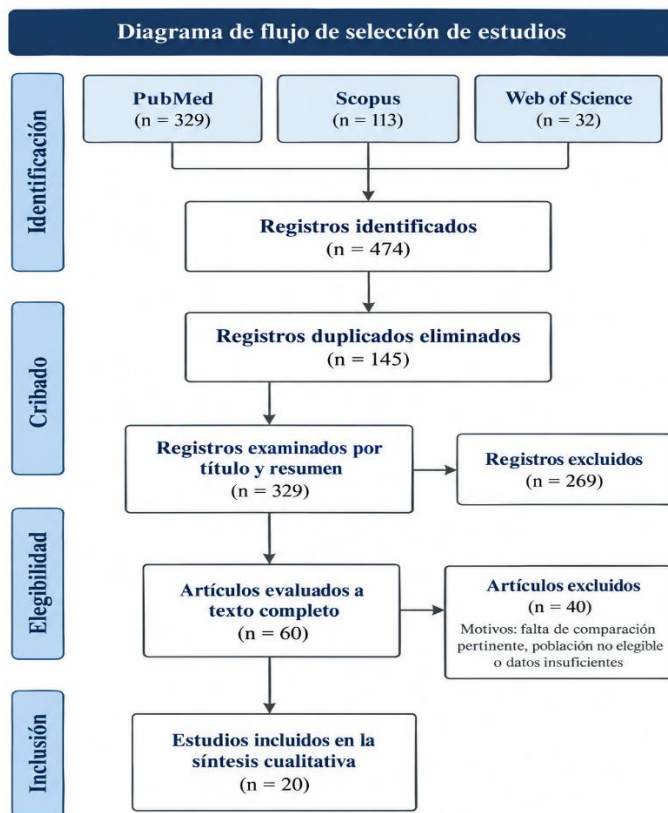
Los estudios examinados permitieron identificar diferencias en los fundamentos fisiológicos, los periodos de evaluación y las aplicaciones clínicas de los métodos utilizados para valorar el control glucémico. La HbA1c reflejó la exposición a la glucosa a largo plazo, mientras que la albúmina glicada y la fructosamina proporcionaron información correspondiente a periodos más cortos. Por su parte, el 1,5-anhidroglucitol se relacionó con episodios recientes de hiperglucemia, aunque su interpretación dependió de la función renal (Kohzuma et al., 2021; Xu et al., 2024).

El monitoreo continuo de glucosa (MCG) se diferenció de los biomarcadores bioquímicos por proporcionar mediciones seriadas de glucosa intersticial y permitir el análisis de patrones de variabilidad glucémica. Esta tecnología facilitó la identificación de fluctuaciones y episodios de hiperglucemia o hipoglucemia que no necesariamente quedaron representados por los indicadores bioquímicos. No obstante, su utilización presentó limitaciones relacionadas con la disponibilidad, los costos y las características de los dispositivos empleados (Gallieni et al., 2021; Ling et al., 2022).

La tabla 2 presenta una comparación de los principales métodos de evaluación glucémica, considerando su fundamento de medición, ventajas, limitaciones y utilidad clínica. Esta clasificación permitió distinguir las mediciones puntuales, los biomarcadores de exposición glucémica acumulada y las tecnologías de registro continuo. Asimismo, facilitó la identificación de situaciones en las que los métodos alternativos podrían aportar información complementaria para interpretar el control glucémico en pacientes con DT2.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios

**Tabla 2**

Características de los biomarcadores y métodos de evaluación del control glucémico

Indicador o método	Fundamento de medición	Ventajas	Limitaciones	Utilidad clínica	Referencia
Glucosa plasmática en ayunas	Medición de glucosa plasmática tras un periodo de ayuno.	Accesible, económica y de interpretación directa.	Representa una medición puntual y no describe las fluctuaciones diarias.	Diagnóstico y evaluación puntual de la glucemia.	Huang et al. (2025)
Glucosa posprandial	Medición de la glucemia después de la ingesta de alimentos.	Permite identificar elevaciones glucémicas posteriores a las comidas.	Depende del momento de medición y de la composición de los alimentos.	Evaluación de la respuesta glucémica posprandial.	Papakonstantinou et al. (2022)
HbA1c	Glicación no enzimática de la hemoglobina durante la vida eritrocitaria.	Refleja la exposición glucémica de aproximadamente 8–12 semanas.	Puede verse afectada por anemia, hemoglobinopatías y alteraciones eritrocitarias.	Evaluación del control glucémico a largo plazo.	Chen et al. (2023)
Fructosamina	Medición de proteínas séricas glicadas, principalmente albúmina.	Refleja cambios glucémicos durante aproximadamente 2–3 semanas.	Depende de la concentración y el metabolismo de las proteínas séricas.	Evaluación complementaria del control glucémico reciente.	Young et al. (2025)
Albumina glicada (AG)	Determinación de la proporción de albúmina sérica glicada.	No depende directamente de la supervivencia eritrocitaria.	Puede verse afectada por alteraciones del metabolismo y recambio de la albúmina.	Evaluación del control glucémico reciente en contextos clínicos específicos.	Kohzuma et al. (2021)

1,5-anhidroglucitol (1,5-AG)	Medición de un compuesto cuya reabsorción tubular se modifica en presencia de glucosuria.	Aporta información sobre episodios recientes de hiperglucemia.	Su interpretación depende de la función renal y de los factores que modifican la glucosuria.	Evaluación complementaria de excursiones hiperglucémicas.	Xu et al. (2024)
Monitoreo continuo de glucosa (MCG)	Mediciones seriadas de glucosa en el líquido intersticial mediante sensores.	Permite analizar tendencias, variabilidad glucémica y tiempo en rango.	Requiere dispositivos específicos y presenta limitaciones de disponibilidad y costo.	Evaluación dinámica y complementaria del control glucémico.	Gallieni et al. (2021)

Nota. HbA1c: hemoglobina glicada; AG: albúmina glicada; MCG: monitoreo continuo de glucosa; DT2: diabetes mellitus tipo 2; 1,5-AG: 1,5-anhidroglucitol.

Influencia de las condiciones fisiopatológicas en la fiabilidad de la HbA1c y los biomarcadores alternativos

Los estudios analizados identificaron diversas condiciones fisiopatológicas que modificaron la relación entre la HbA1c y las concentraciones de glucosa. Entre ellas destacaron la enfermedad renal crónica (ERC), la anemia, las hemoglobinopatías y las alteraciones del recambio eritrocitario. Estas condiciones influyeron en la interpretación de los indicadores glucémicos y evidenciaron la necesidad de considerar las características clínicas de cada población antes de establecer conclusiones sobre la fiabilidad de los biomarcadores (Martino et al., 2021; Wang & Hng, 2021).

En pacientes con ERC, Ling et al. (2022) identificaron una disminución progresiva de la correlación entre la HbA1c y el indicador de manejo de glucosa derivado del MCG. Los coeficientes de correlación fueron de 0,68 en el estadio G3b, 0,52 en G4 y 0,22 en G5, sin alcanzar significación estadística en este último grupo. Estos resultados evidenciaron una menor correspondencia entre ambos indicadores conforme avanzó el deterioro renal y respaldaron la utilidad del MCG como herramienta complementaria en estadios avanzados.

En pacientes sometidos a hemodiálisis, Galindo et al. (2024) documentaron discrepancias entre las concentraciones de HbA1c y la exposición glucémica estimada mediante MCG. Por su parte, Martino et al. (2021) identificaron que la albúmina glicada presentó características favorables para evaluar alteraciones del metabolismo glucémico en pacientes sometidos a hemodiálisis. De manera concordante, Ahmed et al. (2022) destacaron su utilidad para valorar el control glucémico reciente en este contexto clínico, aunque los resultados no permitieron establecer una superioridad universal frente a la HbA1c.

En contraste, Niwaha et al. (2025) encontraron que la albúmina glicada y la fructosamina no mejoraron la exactitud de la evaluación glucémica respecto de la HbA1c en los participantes estudiados. Los autores observaron que los tres biomarcadores presentaron asociaciones con la glucosa media obtenida mediante MCG, incluso en personas con condiciones potencialmente interferentes. Estos hallazgos evidenciaron que las ventajas de los indicadores alternativos no fueron uniformes y dependieron de las características de la población y del desenlace evaluado.

En otros escenarios, Gåfvæls et al. (2026) examinaron la relación entre la albúmina glicada y la HbA1c ante alteraciones del recambio eritrocitario. Asimismo, Vaishali et al. (2025) estudiaron la relación entre los indicadores glucémicos y la función renal, mientras que Toyoshima et al. (2023) evaluaron la fructosamina y la HbA1c en personas con DT2 y cáncer. Estos trabajos ampliaron la evidencia sobre los factores que condicionaron la interpretación de los biomarcadores en poblaciones con características clínicas particulares.

La tabla 3 sintetiza los estudios relacionados con las condiciones fisiopatológicas que pudieron comprometer la fiabilidad de la HbA1c y modificar la interpretación de otros métodos de evaluación glucémica. Se identificaron investigaciones en pacientes con ERC, anemia, alteraciones hematológicas y enfermedades concomitantes. La comparación permitió reconocer diferencias en los resultados de los biomarcadores, así como situaciones en las que las mediciones complementarias aportaron información relevante para valorar la exposición glucémica.

Tabla 3

Condiciones fisiopatológicas que afectan la interpretación de la HbA1c y los biomarcadores alternativos

Autor y año	Condición fisiopatológica	Indicadores evaluados	Principal hallazgo
Ling et al. (2022)	ERC moderada y avanzada, sin diálisis.	HbA1c y MCG.	La correlación entre HbA1c y el indicador de manejo de glucosa disminuyó conforme avanzó el deterioro renal.
Galindo et al. (2024)	ERC terminal y tratamiento mediante hemodiálisis.	HbA1c y MCG.	Se identificaron discrepancias entre la HbA1c y la exposición glucémica estimada mediante MCG.
Martino et al. (2021)	Hemodiálisis y alteraciones asociadas al estado urémico.	HbA1c y AG.	La AG presentó características favorables como indicador complementario del metabolismo glucémico.
Ahmed et al. (2022)	DT2 y tratamiento mediante hemodiálisis.	HbA1c y AG.	La AG mostró utilidad para evaluar el control glucémico reciente en pacientes sometidos a hemodiálisis.
Niwaha et al. (2025)	Condiciones potencialmente interferentes, como anemia y alteraciones hematológicas.	HbA1c, AG, fructosamina y MCG.	La AG y la fructosamina no demostraron una mejor exactitud que la HbA1c en la población evaluada.
Gáfvels et al. (2026)	Alteraciones del recambio eritrocitario.	HbA1c y AG.	Se examinó la relación entre ambos biomarcadores y la utilidad potencial de la AG como indicador complementario.
Vaishali et al. (2025)	ERC en diferentes etapas de progresión.	Indicadores glucémicos y función renal.	Se examinó la relación de los indicadores glucémicos con la tasa de filtración glomerular estimada.
Toyoshima et al. (2023)	DT2 y cáncer.	HbA1c y fructosamina.	Se evaluó la relación entre ambos biomarcadores para valorar el control glucémico en pacientes con cáncer.
Bhatti et al. (2024)	Talasemia dependiente de transfusiones.	HbA1c.	Se identificaron limitaciones para interpretar la HbA1c en presencia de alteraciones hematológicas y transfusiones.
Gómez Medina et al. (2024)	ERC sin diálisis y anemia.	HbA1c y MCG con escaneo intermitente.	La HbA1c sobreestimó el indicador de manejo de glucosa derivado del monitoreo intermitente.

Nota. ERC: enfermedad renal crónica; DT2: diabetes mellitus tipo 2; HbA1c: hemoglobina glicada; AG: albúmina glicada; MCG: monitoreo continuo de glucosa. La tabla sintetiza los hallazgos relacionados con el objetivo de la revisión y no establece una clasificación de superioridad diagnóstica entre los métodos.

Utilidad clínica de los biomarcadores alternativos y del monitoreo continuo de glucosa

Los estudios examinados evidenciaron que la utilidad clínica de los métodos de evaluación glucémica estuvo condicionada por las características fisiopatológicas de los pacientes y los objetivos del monitoreo. En personas con ERC avanzada, las alteraciones del recambio eritrocitario y las condiciones asociadas al tratamiento renal modificaron la interpretación de la HbA1c. En estos escenarios, los indicadores alternativos y el MCG proporcionaron información complementaria sobre la exposición glucémica, aunque sus ventajas variaron entre las investigaciones (Galindo et al., 2024; Kaminski et al., 2024).

Kaminski et al. (2024) evaluaron la HbA1c, la fructosamina, la albúmina glicada y el MCG en pacientes con enfermedad renal terminal y diabetes agotada. Los resultados permitieron identificar diferencias entre las mediciones bioquímicas y la información glucémica obtenida mediante sensores. Estas discrepancias evidenciaron las limitaciones de interpretar el control glucémico exclusivamente mediante la HbA1c y respaldaron la necesidad de considerar mediciones complementarias en pacientes sometidos a tratamiento renal sustitutivo.

Por su parte, Gómez Medina et al. (2024) identificaron una discordancia entre la HbA1c y el indicador de manejo de glucosa en pacientes con diabetes, ERC sin diálisis y anemia. En esta población, la HbA1c presentó valores superiores a los estimados mediante el MCG con escaneo intermitente. Este hallazgo evidenció que las discrepancias no necesariamente implicaron una subestimación de la glucemia por la HbA1c, puesto que la dirección de las diferencias pudo variar según las condiciones clínicas estudiadas.

En pacientes con alteraciones hematológicas, Bhatti et al. (2024) examinaron las concentraciones de HbA1c en personas con talasemia dependiente de transfusiones y las compararon con las de individuos sanos. Sus resultados evidenciaron dificultades para interpretar este indicador en presencia de dichas alteraciones. Estos hallazgos destacaron la importancia de considerar las características hematológicas y los antecedentes transfusionales antes de utilizar la HbA1c como medida aislada del control glucémico.

Respecto de los biomarcadores alternativos, Daya et al. (2025) analizaron la concordancia de la albúmina glicada, la fructosamina y el 1,5-anhidroglucitol con las métricas del MCG en adultos con DT2. Los resultados mostraron un desempeño similar de los indicadores estudiados para identificar determinadas categorías de exposición glucémica. Sin embargo, estas asociaciones no demostraron que los biomarcadores alternativos fueran superiores en todos los escenarios clínicos ni que pudieran sustituir de manera general a la HbA1c.

De manera complementaria, Niwaha et al. (2025) no identificaron una mejora consistente en la exactitud de la evaluación glucémica mediante albúmina glicada o fructosamina frente a la HbA1c. Esta diferencia respecto de otros estudios evidenció la heterogeneidad de la evidencia y la influencia de las características poblacionales. En conjunto, los hallazgos respaldaron una interpretación contextualizada de los biomarcadores, considerando tanto sus periodos de evaluación como las condiciones fisiopatológicas que pudieron modificar sus resultados.

La tabla 4 presenta una síntesis de la utilidad clínica de los métodos alternativos en diferentes escenarios fisiopatológicos. Se consideraron especialmente la enfermedad renal avanzada, la anemia, las hemoglobinopatías y las situaciones que requirieron evaluar variaciones glucémicas recientes. La información permitió identificar las contribuciones potenciales de cada método y reconocer las limitaciones que condicionaron su aplicación, sin asumir que un biomarcador específico fuera superior en todas las poblaciones con DT2.

En conjunto, los resultados mostraron que la HbA1c conservó su importancia para evaluar el control glucémico a largo plazo, aunque su interpretación presentó limitaciones en determinadas condiciones fisiopatológicas. La albúmina glicada, la fructosamina y el 1,5-anhidroglucitol aportaron información sobre periodos de exposición glucémica diferentes, mientras que el MCG permitió identificar patrones temporales y fluctuaciones. No obstante, la evidencia disponible no demostró una superioridad uniforme de los métodos alternativos, por lo que su utilidad dependió del contexto clínico y del propósito de la evaluación.

Tabla 4

Utilidad clínica de los biomarcadores alternativos y del monitoreo continuo de glucosa en adultos con diabetes mellitus tipo 2

Escenario clínico	Métodos evaluados	Hallazgos de la evidencia	Implicación clínica	Referencia
ERC avanzada y hemodiálisis.	HbA1c, AG y MCG.	Se identificaron discrepancias entre los biomarcadores y la exposición glucémica estimada mediante MCG.	El uso complementario de métodos permitió ampliar la evaluación del control glucémico.	Kaminski et al. (2024); Galindo et al. (2024).
ERC sin diálisis y anemia.	HbA1c y MCG con escaneo intermitente.	La HbA1c presentó valores superiores al indicador de manejo de glucosa derivado del MCG.	La interpretación de la HbA1c requirió considerar las discrepancias con las métricas del monitoreo.	Gómez Medina et al. (2024).
Alteraciones hematológicas y talasemia dependiente de transfusiones.	HbA1c.	Se identificaron limitaciones para interpretar la HbA1c en presencia de alteraciones hematológicas.	Fue necesario considerar las características hematológicas antes de interpretar el indicador.	Bhatti et al. (2024).
Evaluación del control glucémico reciente.	AG y fructosamina.	Los biomarcadores reflejaron periodos de exposición glucémica más cortos que la HbA1c.	Pudieron aportar información complementaria sobre cambios glucémicos recientes.	Kohzuma et al. (2021); Young et al. (2025).
Identificación de hiperglucemia mediante métricas del MCG.	HbA1c, AG, fructosamina y 1,5-AG.	Se observaron asociaciones entre los biomarcadores y determinadas métricas del monitoreo continuo.	Los indicadores alternativos mostraron utilidad potencial para complementar la evaluación glucémica.	Daya et al. (2025).
Condiciones potencialmente interferentes con la HbA1c.	HbA1c, AG, fructosamina y MCG.	La AG y la fructosamina no mostraron una mayor exactitud consistente respecto de la HbA1c.	No se justificó la sustitución generalizada de la HbA1c por los biomarcadores alternativos.	Niwaha et al. (2025).
Alteraciones del recambio eritrocitario.	HbA1c y AG.	Se examinó la relación entre ambos indicadores en condiciones que modificaron la supervivencia eritrocitaria.	La AG se consideró un posible indicador complementario, sujeto al contexto clínico.	Gáfvels et al. (2026).

Nota. ERC: enfermedad renal crónica; HbA1c: hemoglobina glicada; AG: albúmina glicada; MCG: monitoreo continuo de glucosa; 1,5-AG: 1,5-anhidroglucitol. Las implicaciones clínicas se interpretaron a partir de los hallazgos de los estudios y no constituyeron recomendaciones terapéuticas independientes.

4. Discusión

Los hallazgos de esta revisión sistemática evidenciaron que la HbA1c mantuvo su utilidad para evaluar la exposición glucémica crónica en adultos con diabetes mellitus tipo 2 (DT2), aunque su interpretación estuvo condicionada por determinadas alteraciones fisiopatológicas. La evidencia analizada no permitió establecer una pérdida uniforme de fiabilidad ni una dirección constante de las discrepancias entre la HbA1c y los indicadores complementarios. Asimismo, se identificaron diferencias entre los estudios orientados al diagnóstico de diabetes y aquellos centrados en el seguimiento del control glucémico (Wang & Hng, 2021; Gough et al., 2023).

La enfermedad renal crónica (ERC) avanzada constituyó uno de los escenarios donde se identificaron mayores dificultades para interpretar la HbA1c. Kaminski et al. (2024) observaron que pacientes en hemodiálisis con el fenómeno denominado «diabetes agotada» presentaron episodios de hiperglucemia detectados mediante monitoreo continuo de glucosa (MCG), pese a registrar concentraciones reducidas de HbA1c. Este hallazgo evidenció que una HbA1c baja no necesariamente representó un control glucémico adecuado en dicha población, especialmente ante condiciones que modificaron la supervivencia eritrocitaria.

Estos resultados fueron consistentes con los de Galindo et al. (2024), quienes identificaron discrepancias entre la HbA1c y las métricas del MCG en pacientes con DT2 sometidos a hemodiálisis. Asimismo, Ling et al. (2022) observaron una disminución progresiva de la correlación entre la HbA1c y el indicador de manejo de glucosa conforme avanzó el deterioro renal. La coincidencia entre estos estudios respaldó la necesidad de interpretar la HbA1c considerando la función renal, aunque sus diferentes poblaciones y diseños impidieron generalizar una magnitud uniforme de discrepancia.

En contraste, Gómez Medina et al. (2024) identificaron que la HbA1c presentó valores superiores al indicador de manejo de glucosa derivado del MCG en pacientes con diabetes, ERC sin diálisis y anemia. Esta diferencia respecto de los hallazgos de Kaminski et al. (2024) demostró que las discrepancias no siguieron necesariamente una dirección constante y pudieron variar según las características clínicas de los participantes. Además, el indicador derivado del MCG constituyó una estimación de la exposición glucémica y no una medición independiente de la glucemia plasmática.

En relación con los biomarcadores alternativos, Martino et al. (2021) identificaron características favorables de la albúmina glicada para evaluar alteraciones del metabolismo glucémico en pacientes sometidos a hemodiálisis. De manera concordante, Ahmed et al. (2022) señalaron su utilidad para valorar cambios glucémicos recientes en esta población. No obstante, ambos estudios se desarrollaron en contextos clínicos específicos, por lo que sus resultados no demostraron que la albúmina glicada presentara mayor exactitud que la HbA1c en todas las personas con DT2.

Esta interpretación contrastó con los resultados de Niwaha et al. (2025), quienes observaron asociaciones similares entre la glucosa media obtenida mediante MCG y la HbA1c, la albúmina glicada y la fructosamina, con coeficientes de correlación de 0,88, 0,84 y 0,84, respectivamente. A diferencia de los estudios desarrollados en pacientes sometidos a hemodiálisis, estos autores no identificaron una mejora consistente en la exactitud de la evaluación glucémica mediante los biomarcadores alternativos. Esta divergencia destacó la influencia del contexto poblacional sobre su desempeño.

En pacientes con hemoglobinopatías, Bhatti et al. (2024) identificaron valores de HbA1c discordantes con la glucosa plasmática en personas con talasemia dependiente de transfusiones. Los autores señalaron las limitaciones de este indicador para la identificación de alteraciones glucémicas en dicha población. Sin embargo, el estudio no comparó directamente la HbA1c con la albúmina glicada, la fructosamina o el MCG; por consiguiente, sus resultados respaldaron la existencia de interferencias hematológicas, pero no demostraron la superioridad de métodos alternativos.

Las diferencias entre los periodos de evaluación también condicionaron la interpretación clínica de los indicadores. Mientras que la HbA1c reflejó una exposición glucémica prolongada, la albúmina glicada y la fructosamina proporcionaron información correspondiente a periodos más cortos (Kohzuma et al., 2021; Young et al., 2025). Esta diferencia temporal representó una característica potencialmente útil para valorar cambios recientes, aunque no constituyó evidencia suficiente de una mayor exactitud diagnóstica ni de mejores resultados terapéuticos. Por tanto, la selección del indicador dependió del propósito específico de la evaluación.

En cuanto al desempeño comparativo, Daya et al. (2025) analizaron 552 adultos con DT2 y encontraron correlaciones entre la glucosa media obtenida mediante MCG y la HbA1c ($r = 0,72$), la albúmina glicada ($r = 0,64$) y la fructosamina ($r = 0,64$). Estos biomarcadores mostraron un desempeño similar para identificar determinadas categorías de tiempo en rango y tiempo por encima del rango. Aunque los resultados respaldaron su utilidad como indicadores alternativos, no demostraron que su incorporación conjunta mejorara las decisiones terapéuticas o los desenlaces clínicos.

En el mismo estudio, el 1,5-anhidroglucitol presentó una correlación de menor magnitud con la glucosa media obtenida mediante MCG ($r = 0,46$), en comparación con los demás indicadores (Daya et al., 2025). Este resultado contrastó con la utilidad potencial descrita por Xu et al. (2024) para identificar episodios recientes de hiperglucemia, lo que evidenció la importancia de diferenciar la dimensión glucémica evaluada. En consecuencia, una asociación relativamente baja con la glucosa media no descartó otras aplicaciones del 1,5-anhidroglucitol, aunque tampoco demostró su superioridad clínica.

Desde una perspectiva integradora, los resultados indicaron que los biomarcadores bioquímicos y el MCG proporcionaron información sobre dimensiones diferentes de la exposición glucémica. Mientras que los primeros permitieron estimar la glicación de determinadas proteínas o detectar alteraciones relacionadas con la hiperglucemia reciente, el MCG facilitó la caracterización de las fluctuaciones y los patrones temporales de glucosa. Sin embargo, estas diferencias no demostraron que la combinación sistemática de los métodos produjera mejores resultados clínicos en todos los pacientes (Daya et al., 2025; Kaminski et al., 2024).

En conjunto, la evidencia analizada respaldó una interpretación individualizada de los métodos de evaluación glucémica, particularmente en presencia de ERC, anemia y alteraciones del recambio eritrocitario. La HbA1c conservó su importancia como indicador de exposición glucémica crónica, mientras que los biomarcadores alternativos y el MCG mostraron aplicaciones complementarias en circunstancias específicas. No obstante, la heterogeneidad de los resultados impidió establecer una estrategia universal de sustitución o combinación de indicadores y evidenció la necesidad de investigaciones comparativas con desenlaces clínicos definidos.

Limitaciones

La presente revisión sistemática presentó limitaciones relacionadas con el alcance de la búsqueda bibliográfica y las características de la evidencia disponible. La búsqueda se restringió a PubMed, Scopus y Web of Science y a publicaciones correspondientes a un periodo de cinco años. Estas restricciones pudieron ocasionar la omisión de investigaciones relevantes disponibles en otras fuentes o publicadas fuera del intervalo seleccionado. En consecuencia, los hallazgos representaron una síntesis de la literatura recuperada mediante la estrategia aplicada y no necesariamente de toda la evidencia existente.

La heterogeneidad de los diseños metodológicos, las poblaciones, las condiciones fisiopatológicas y los indicadores evaluados dificultó la comparación directa entre los resultados. Las diferencias en los criterios de selección, las características clínicas y los métodos de medición limitaron la posibilidad de formular conclusiones generales sobre la exactitud relativa de los biomarcadores. Asimismo, la inclusión de estudios originales y revisiones pudo generar solapamiento de información cuando las investigaciones primarias fueron consideradas simultáneamente en ambas fuentes de evidencia.

Otra limitación estuvo relacionada con las diferencias entre los periodos de exposición glucémica representados por cada indicador. La HbA1c, la albúmina glicada, la fructosamina, el 1,5-anhidroglucitol y las métricas del MCG no evaluaron necesariamente dimensiones equivalentes. Por consiguiente, las discrepancias entre sus resultados no pudieron interpretarse automáticamente como errores de medición o como evidencia de superioridad diagnóstica. Esta característica dificultó establecer comparaciones homogéneas y exigió considerar el fundamento fisiológico y el propósito de cada método.

Finalmente, la evidencia disponible no permitió determinar si la utilización conjunta de biomarcadores alternativos y MCG produjo mejoras en las decisiones terapéuticas, la prevención de complicaciones o los resultados clínicos a largo plazo. La mayoría de las comparaciones examinadas

se concentraron en asociaciones, concordancia o capacidad para identificar alteraciones glucémicas. En consecuencia, las conclusiones se limitaron a la utilidad potencial y al desempeño descrito en las poblaciones estudiadas, sin atribuir beneficios clínicos que no fueron evaluados directamente.

5. Conclusiones

La HbA1c mantuvo su utilidad como indicador de exposición glucémica crónica en adultos con diabetes mellitus tipo 2, mientras que la albúmina glicada y la fructosamina permitieron evaluar periodos más cortos de control glucémico. El 1,5-anhidroglucitol mostró potencial para identificar episodios recientes de hiperglucemia, aunque su desempeño comparativo presentó limitaciones. Por su parte, el monitoreo continuo de glucosa proporcionó información complementaria sobre las fluctuaciones y los patrones glucémicos, diferenciándose de los biomarcadores bioquímicos.

Las alteraciones del recambio eritrocitario, determinadas anemias, las hemoglobinopatías y la enfermedad renal crónica avanzada se identificaron como condiciones que pudieron comprometer la fiabilidad de la HbA1c. En estos escenarios, los biomarcadores alternativos y el monitoreo continuo de glucosa aportaron información complementaria para interpretar el control glucémico. Sin embargo, la evidencia no demostró una superioridad consistente de la albúmina glicada o la fructosamina frente a la HbA1c, debido a las diferencias entre las poblaciones y los contextos clínicos evaluados.

La evidencia analizada respaldó la utilidad potencial de los biomarcadores alternativos y del monitoreo continuo de glucosa como herramientas complementarias en situaciones clínicas específicas. No obstante, los estudios examinados no demostraron que su utilización conjunta mejorara las decisiones terapéuticas o los resultados clínicos respecto de la evaluación convencional con HbA1c. Por consiguiente, se requieren investigaciones comparativas que determinen las poblaciones, condiciones fisiopatológicas y circunstancias clínicas en las que su incorporación proporcione beneficios adicionales.

Referencias

- Ahmed, E., El Zahraa Sayed Bokhary, F., Ismail, S., & Mahmoud Abd El Hameed, W. (2022). Predictive value of the glycated albumin versus glycosylated hemoglobin in follow-up of glucose homeostasis in hemodialysis-maintained type-2 diabetic patients. *Endocrine Regulations*, 56(1), 10–21. <https://doi.org/10.2478/enr-2022-0002>
- Al-Mhanna, S., Batrakoulis, A., Wan Ghazali, W., Mohamed, M., Aldayel, A., Alhussain, M., Afolabi, H., Wada, Y., Güllü, M., Elkhali, S., Abubakar, B., & Rojas-Valverde, D. (2024). Effects of combined aerobic and resistance training on glycemic control, blood pressure, inflammation, cardiorespiratory fitness and quality of life in patients with type 2 diabetes and overweight/obesity: A systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 12, e17525. <https://doi.org/10.7717/peerj.17525>
- Bhatti, P., Ghay, R., Singh Narang, G., Thaman, V., & Narang, S. (2024). Estimation of HbA1c levels in transfusion-dependent thalassemia patients in comparison with normal healthy individuals. *Cureus*, 16(11), e73236. <https://doi.org/10.7759/cureus.73236>
- Chen, J., Yin, D., & Dou, K. (2023). Intensified glycemic control by HbA1c for patients with coronary heart disease and type 2 diabetes: A review of findings and conclusions. *Cardiovascular Diabetology*, 22(1), 146. <https://doi.org/10.1186/s12933-023-01875-8>
- Daya, N., Fang, M., Shin, J., Pankow, J., Lutsey, P., Valint, A., Echouffo-Tcheugui, J., Zeger, S., & Selvin, E. (2025). Detecting hyperglycemia using biomarkers versus continuous glucose monitoring. *Diabetes Care*, 48(8), 1446–1452. <https://doi.org/10.2337/dc25-0595>
- Gåfvels, M., Swärd, P., Xu, N., & Svensson, J. (2026). Glycated albumin percentage is correlated with HbA1c: Theoretic marker in patients with altered erythrocyte turnover. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 20(5), 1613–1618. <https://doi.org/10.1177/19322968251384304>
- Galindo, R., Moazzami, B., Tuttle, K., Bergenstal, R., Peng, L., & Umpierrez, G. (2024). Continuous glucose monitoring metrics and hemoglobin A1c relationship in patients with type 2 diabetes treated by hemodialysis. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 26(11), 862–868. <https://doi.org/10.1089/dia.2024.0145>
- Gallieni, M., De Salvo, C., Lunati, M., Rossi, A., D'Addio, F., Pastore, I., Sabiu, G., Miglio, R., Zuccotti, G., & Fiorina, P. (2021). Continuous glucose monitoring in patients with type 2 diabetes on hemodialysis. *Acta Diabetologica*, 58(8), 975–981. <https://doi.org/10.1007/s00592-021-01699-6>
- Gómez, A., González, C., Muñoz, O., Gómez, Y., Jaramillo, P., Henao, D., Rodríguez, L., & Molina, Y. (2024). HbA1c overestimates the glucose management indicator: A pilot study in patients with diabetes, chronic kidney disease not on dialysis, and anemia using isCGM. *Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism*, 15, 20420188241252546. <https://doi.org/10.1177/20420188241252546>
- Gough, A., Sitch, A., Ferris, E., & Marshall, T. (2023). Within-subject variation of HbA1c: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 18(8), e0289085. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289085>
- Huang, X., Huang, G., & Wei, G. (2025). Intermittent fasting for glycemic control in patients with type 2 diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrición Hospitalaria*, 42(2), 356–365. <https://doi.org/10.20960/nh.05521>

- Jing, T., Zhang, S., Bai, M., Chen, Z., Gao, S., Li, S., & Zhang, J. (2023). Effect of dietary approaches on glycemic control in patients with type 2 diabetes: A systematic review with network meta-analysis of randomized trials. *Nutrients*, 15(14), 3156. <https://doi.org/10.3390/nu15143156>
- Kaminski, C., Galindo, R., Navarrete, J., Zabala, Z., Moazzami, B., Gerges, A., McCoy, R., Fayfman, M., Vellanki, P., Idrees, T., Peng, L., & Umpierrez, G. (2024). Assessment of glycemic control by continuous glucose monitoring, hemoglobin A1c, fructosamine, and glycated albumin in patients with end-stage kidney disease and burnt-out diabetes. *Diabetes Care*, 47(2), 267–271. <https://doi.org/10.2337/dc23-1276>
- Kohzuma, T., Tao, X., & Koga, M. (2021). Glycated albumin as biomarker: Evidence and its outcomes. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 35(11), 108040. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2021.108040>
- Ling, J., Ng, J., Lau, E., Ma, R., Kong, A., Luk, A., Kwok, J., Szeto, C., Chan, J. C., & Chow, E. (2022). Continuous glucose monitoring metrics in the assessment of glycemia in moderate-to-advanced CKD in diabetes. *Kidney International Reports*, 7(6), 1354–1363. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2022.03.029>
- Martino, F., Vitillo, M., Pieri, M., Marrone, G., Gangeri, F., Ansali, F., Dessì, M., Bernardini, S., Di Daniele, N., & Noce, A. (2021). Biomarkers of glyco-metabolic control in hemodialysis patients: Glycated hemoglobin vs. glycated albumin. *Medicina*, 57(7), 712. <https://doi.org/10.3390/medicina57070712>
- Niwaha, A., Balungi, P., McDonald, T., Hattersley, A., Shields, B., Nyirenda, M., & Jones, A. (2025). Glycated albumin and fructosamine do not improve accuracy of glycaemic control assessment in patients with conditions reported to affect HbA1c reliability. *Diabetic Medicine*, 42(7), e70011. <https://doi.org/10.1111/dme.70011>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>
- Papakonstantinou, E., Oikonomou, C., Nychas, G., & Dimitriadis, G. D. (2022). Effects of diet, lifestyle, chrononutrition and alternative dietary interventions on postprandial glycemia and insulin resistance. *Nutrients*, 14(4), 823. <https://doi.org/10.3390/nu14040823>
- Toyoshima, M., Cukier, P., Damascena, A., Batista, R., de Azevedo Correa, F., Zanatta Kawahara, E., Minanni, C., Hoff, A., & Nery, M. (2023). Fructosamine and glycated hemoglobin as biomarkers of glycemic control in people with type 2 diabetes mellitus and cancer (GlicoOnco study). *Clinics*, 78, 100240. <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2023.100240>
- Vaishali, K., Acharya, C., Kamath, S., Amin, R., & Nagri, S. (2025). Relationship between glycemic indices and eGFR values among type 2 diabetes mellitus individuals with chronic kidney disease across various progression stages. *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, 18, 11795514251362516. <https://doi.org/10.1177/11795514251362516>
- Wang, L., Li, L., Liu, J., Sheng, C., Yang, M., Hu, Z., & Yue, R. (2025). Associated factors and principal pathophysiological mechanisms of type 2 diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology*, 16, 1499565. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1499565>

- Wang, M., & Hng, T. M. (2021). HbA1c: More than just a number. *Australian Journal of General Practice*, 50(9), 628–632. <https://doi.org/10.31128/AJGP-03-21-5866>
- Xu, H., Chen, R., Hou, X., Li, N., Han, Y., & Ji, S. (2024). The clinical potential of 1,5-anhydroglucitol as biomarker in diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1471577. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1471577>
- Young, W., Nunez, C., Fleischman, A., & Commodore, C. (2025). Fructosamine as an indicator for glycemic control in the veteran community. *Military Medicine*, 190(3–4), e724–e727. <https://doi.org/10.1093/milmed/usad434>
- Yu, H., Park, C., Shin, K., Woo, H., Park, H., Sung, E., & Kwon, M. (2024). Cutoff values for glycated albumin, 1,5-anhydroglucitol, and fructosamine as alternative markers for hyperglycemia. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 38(19–20), e25097. <https://doi.org/10.1002/jcla.25097>

Transparencia

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

Los autores financiaron completamente la investigación.

Contribución de autoría

Francisco Roberto Licuy Grefa: Conceptualización, software, validación, metodología, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Franklin Vicente Ramos Flor: Conceptualización, software, validación, metodología, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.