

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

“UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2”

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Laboratorio Clínico

Modalidad: Artículo Científico

Autora: Ortiz Espinoza, Tannia Pamela

Tutora: Licenciada Mg. Vinueza Ramón, Diana Paola

Ambato-Ecuador

Enero 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Artículo Científico sobre el tema:

“UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2” desarrollado por Ortiz Espinoza Tannia Pamela, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Enero 2026

LA TUTORA



Vinueza Ramón, Diana Paola

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión **"UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2"** como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos.

Ambato, Enero 2026

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
TANNIA PAMELA ORTIZ ESPINOZA
Validar únicamente con FirmaEC

.....

Ortiz Espinoza, Tannia Pamela

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Licenciada Mg. Vinueza Ramón, Diana Paola con CC: 0603967308 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2"**, Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Enero 2026

LA TUTORA



.....

Vinueza Ramón, Diana Paola

CC: 0603967308

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Ortiz Espinoza Tannia Pamela con CC: 1850442649 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2"**, Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Enero 2026

LA AUTORA



……

Ortiz Espinoza, Tannia Pamela

CC: 1850442649

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: **"UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2"**, de Ortiz Espinoza Tannia Pamela, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico

Ambato, Enero 2026

Para su constancia firma

……..

PRESIDENTE

…….. ……

1er Vocal 2do Vocal

www.cienciadigitaleditorial.com

Certificado N°: 2025-519

El, Dr.C. Efraín Velasteguí López. PhD. Director y editor de la revista electrónica "**Anatomía Digital"**, (ISSN 2697-3391) alojada en http://www.anatomiadigital.org

ACREDITA QUE:

El artículo **"Utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de diabetes mellitus tipo 2 "** evaluado por pares ciegos (doble-blind), que consta de 23 páginas en formato PDF, cuyos autores son: Tannia Pamela Ortiz Espinoza., & Diana Paola Vinueza Ramón., ha sido aceptado para su publicación en el Vol 8 Num 4. **Medicina Revolucionaria,** de Octubre - Diciembre 2025.

http://www.anatomiadigital.org

Lo que se hace constar en Ambato 20 de noviembre de 2025

El Director

Fdo.: Efraín Velasteguí López

latindex catálogo 2.0

Ambato - Ecuador
099 823 5485
publicaciones@cienciadigital.org

DEDICATORIA

Dedico este logro con todo mi amor y gratitud a la mujer más importante de mi vida, mi madre Narcisa Espinoza, quien con su paciencia, fortaleza y amor incondicional me ha enseñado que cuando se trabaja con fe, perseverancia y amor, los frutos siempre llegan. A mi padre Patricio Ortiz, por su esfuerzo incansable, por luchar cada día por nuestra familia y por apoyarme siempre en cada decisión que he tomado.

A mis hermanos Stalin y Alex, por ser un ejemplo de disciplina, responsabilidad y cariño. Gracias por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera. A mi preciosa sobrina Sabi, por iluminar mis días con su ternura, sus ocurrencias y su amor sincero.

A Juanka, por ser mi apoyo y confidente en los momentos buenos y en los más difíciles, por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis amigos Nico y Aldair, gracias por hacer este camino más liviano, por su amistad y por cada palabra de aliento que me ayudó a seguir adelante.

Mi corazón y este triunfo les pertenecen.

Ortiz Espinoza, Tannia Pamela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mi camino a lo largo de este proceso y por haber puesto en mi camino personas excepcionales que me han acompañado hasta el final.

A mis padres, por nunca dejarme sola y esforzarse día tras día para que nunca nos falte nada y poder brindarnos las oportunidades que ustedes no las tuvieron.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas al conocimiento y brindarme una formación académica y humana de gran valor. Asimismo, expreso mi gratitud a mis docentes quienes con su dedicación, exigencia y compromiso han guiado cada etapa de mi proceso de formación.

A mi tutora, la Lcda. Mg. Diana Paola Vinueza Ramón, por su guía y apoyo constante a lo largo de este proceso. Gracias por compartir sus conocimientos y por contribuir para que este trabajo de titulación sea un verdadero aporte a la sociedad, siendo para mi motivo de orgullo y satisfacción.

Ortiz Espinoza, Tannia Pamela

“UTILIDAD CLÍNICA DE LA ADIPONECTINA COMO MARCADOR TEMPRANO EN LA DETECCIÓN DE DIABETES MELLITUS TIPO 2”

RESUMEN

Introducción: La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica que representa un grave problema de salud pública mundial. Se caracteriza por presentar hiperglucemia y resistencia a la insulina, las cuales pueden provocar complicaciones graves como ceguera, ataques cardiacos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal y/o amputaciones. Sus síntomas suelen ser polidipsia, poliuria, polifagia, visión borrosa, astenia y pérdida involuntaria de peso, los mismos que se manifiestan de forma evidente en el transcurso de varios años. Es por esto que persiste la necesidad del estudio de biomarcadores que ayuden en la detección de la DM2 en etapas tempranas. Por ejemplo, la adiponectina que cuenta con efectos antiinflamatorios y sensibilizadores a la insulina jugando un papel fundamental en el metabolismo energético y la homeostasis glucémica. Es una hormona secretada por el tejido adiposo, compuesta por 244 aa y con un peso molecular ~ 28 kDa. **Objetivo:** Evaluar la utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de DM2 y su relación directa con otros parámetros bioquímicos. **Metodología:** revisión sistemática de la literatura con enfoque cualitativo y descriptivo utilizando criterios de inclusión y exclusión, y basada en la metodología PRISMA. **Resultados:** la adiponectina presenta una asociación inversa con factores de riesgo asociados al desarrollo de DM2, como por ejemplo la obesidad y la hipertrigliceridemia. Se observan valores normales de adiponectina en pacientes con normoglucemia, pero valores disminuidos en pacientes prediabéticos y diabéticos, lo que lleva a la adiponectina a posicionarse como un fuerte marcador para la detección de DM2 en etapas tempranas permitiendo de esta manera, un mejor manejo de la enfermedad. **Conclusión:** con base en la evidencia científica, la adiponectina se considera un marcador de relevancia clínica en la detección temprana de la DM2. Su disminución refleja un perfil metabólico desfavorable, reforzando así su papel protector y su potencial utilidad en estrategias de tamizaje y en el mejor manejo de la DM2.

PALABRAS CLAVES: ADIPONECTINA, DIABETES MELLITUS TIPO 2, RESISTENCIA A LA INSULINA, DIAGNÓSTICO TEMPRANO, MARCADORES BIOQUÍMICOS

“CLINICAL UTILITY OF ADIPONECTIN AS AN EARLY MARKER IN THE DETECTION OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS”

ABSTRACT

Introduction: Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disease that represents a serious global public health problem. It is characterized by the presence of hyperglycemia and insulin resistance, which can lead to severe complications such as blindness, heart attacks, strokes, kidney failure, and/or amputations. Its symptoms usually include polydipsia, polyuria, polyphagia, blurred vision, asthenia, and unintentional weight loss, which become evident over the course of several years. This is why the need persists in studying biomarkers that assist in the early detection of T2DM. For example, adiponectin, which has anti-inflammatory and insulin-sensitizing effects, plays a fundamental role in energy metabolism and glycemic homeostasis. It is a hormone secreted by adipose tissue, composed of 244 amino acids and with a molecular weight of approximately 28 kDa. **Objective:** Evaluate the clinical usefulness of adiponectin as an early marker in the detection of T2DM and its direct relationship with other biochemical parameters. **Methodology:** Systematic review of the literature with a qualitative and descriptive approach, using inclusion and exclusion criteria and based on the PRISMA methodology. **Results:** Adiponectin has been shown to have an inverse association with risk factors related to the development of T2DM, including obesity and hypertriglyceridemia. Normal adiponectin levels have been observed in patients with normoglycemia, but decreased levels in prediabetic and diabetic patients, which positions adiponectin as a strong marker for the early detection of T2DM, thereby allowing better disease management. **Conclusion:** Based on scientific evidence, adiponectin is considered a clinically relevant marker for the early detection of T2DM. Its decrease reflects an unfavorable metabolic profile, thus reinforcing its protective role and its potential usefulness in screening strategies and in the improved management of T2DM.

KEYWORDS: ADIPONECTIN, DIABETES MELLITUS, TYPE 2, INSULIN RESISTANCE, EARLY DIAGNOSIS, BIOCHEMICAL MARKERS.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por presentar valores elevados de glucosa en sangre. Este proceso es conocido como hiperglucemia y se acompaña de Resistencia a la Insulina (IR), lo que provoca con el tiempo alteraciones graves, principalmente en nervios y vasos sanguíneos, como ceguera, ataques cardiacos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal y en muchos de los casos amputación de miembros inferiores (1). Este trastorno se encuentra desarrollado por la combinación de dos factores principales: la IR y la disfunción progresiva no autoinmune de las células β pancreáticas generando una secreción defectuosa de insulina (2)(3). Según la Federación Internacional de Diabetes (4) la DM2 representa aproximadamente el 90% de los casos de diabetes diagnosticados hasta la actualidad.

La DM2 representa un grave problema de salud pública a nivel mundial, en las tres últimas décadas aumentó significativamente su prevalencia. Su sintomatología suele ser leve, de manera que, pueden transcurrir varios años para que se manifieste de forma evidente, dentro de estos síntomas se encuentran: polidipsia, poliuria, polifagia, visión borrosa, astenia y pérdida involuntaria de peso, lo cual conduce a un diagnóstico en etapas avanzadas (1). Por ello, persiste la necesidad de estudiar biomarcadores con mayor sensibilidad y especificidad que ayuden en la detección temprana de la DM2 para un mejor manejo de la enfermedad, como, por ejemplo, la adiponectina, la cual es una hormona circulante secretada por el tejido adiposo, y que se caracteriza por regular el sistema endocrino mejorando la sensibilidad a la insulina y actuando como factor protector frente al desarrollo de diabetes (5).

La adiponectina es una glicoproteína secretada principalmente por el tejido adiposo. Está compuesta por 244 aminoácidos y cuenta con un peso molecular de aproximadamente 28 Kilodaltons (kDa). Se caracteriza por presentar en su estructura una región señal N- terminal, seguida de una región variable, una región con dominio similar a colágeno y un dominio globular C-terminal, estructura la cual le permite formar distintos oligómeros como trímeros,

hexámeros y dodecámeros, tomando en cuenta que los de mayor peso molecular son quienes cuentan con una mayor actividad biológica (5).

Esta glicoproteína cuenta con efectos antiinflamatorios y sensibilizadores a la insulina, por lo tanto, juega un papel fundamental en el metabolismo energético y en la homeostasis glucémica, estimula la oxidación de ácidos grasos en el músculo esquelético y posteriormente reduce el acúmulo de Triglicéridos (TG). La adiponectina se une a los receptores AdipoR1 y AdipoR2 para ejercer sus funciones. El receptor AdipoR1 tiene una alta afinidad por la adiponectina globular y una baja afinidad por la adiponectina de longitud completa dentro del músculo esquelético. Así también, el receptor AdipoR2 presenta una afinidad intermedia para las formas globulares y para la de alto peso molecular de longitud completa en el hígado (5).

Dentro de algunos estudios realizados en los últimos años se pudo demostrar que los niveles bajos de adiponectina en sangre se asocian de forma significativa con un mayor riesgo de desarrollar DM2 (6) (7). Se evidencia también que la adiponectina no solo influye en la mejora de la sensibilidad a la insulina, sino que además interactúa con hormonas como la leptina, modulando el riesgo metabólico en algunas poblaciones específicas (6).

Se evaluó también que los niveles circulantes de adiponectina se encuentran inversamente correlacionados con la IR y la obesidad, además las interacciones entre variantes genéticas y la dieta pueden modular los niveles de adiponectina afectando a su capacidad protectora frente a la enfermedad. Es así como estos hallazgos confirmaron que la adiponectina tiene un papel protector fundamental en lo que respecta a la prevención y progresión de la DM2, esto se da a través de su acción en la mejora de la sensibilidad a la insulina y la regulación tanto del metabolismo lipídico y del metabolismo glucídico (8).

Este biomarcador fue considerado como predictor del desarrollo de DM2 en personas que cuentan con factores de riesgo como, por ejemplo, quienes tienen familiares que padecen esta patología o personas obesas en las cuales se evidenció que los niveles de adiponectina se encuentran significativamente disminuidos (9).

Con base en la evidencia expuesta, la presente investigación busca evaluar la utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de DM2, considerando la relación directa que mantiene con otros parámetros bioquímicos, por medio del análisis de la evidencia científica publicada en las distintas bases de datos tomadas en cuenta para el desarrollo de este artículo. De esta manera posterior a la investigación se podrían crear y aplicar nuevas estrategias de diagnóstico y prevención de esta patología en distintas poblaciones a las cuales se las considere en riesgo.

METODOLOGÍA

El presente estudio es una revisión sistemática de la literatura con un enfoque cualitativo y descriptivo que se basará en la recopilación de la literatura científica disponible en bases de datos confiables para la búsqueda de información necesaria para el desarrollo del artículo acerca de la adiponectina y así lograr identificar su rol en la detección temprana de la DM2. Posterior a esto se seleccionó la información a aplicarse en el estudio mediante criterios de inclusión y exclusión, utilizando la metodología PRISMA (10).

Extracción de información:

En la **Tabla 1** se detallan los términos de estrategia de búsqueda, así como palabras clave y combinaciones usadas para la identificación de estudios de interés. Para cada base de datos: Web of Science, BVS y PubMed, se especifica el número de resultados obtenidos.

Tabla 1. *Estrategia de búsqueda en las bases de datos*

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Resultados
Web of Science	((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS)	44
BVS	((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS) ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (DIAGNOSIS) (ADIPONECTIN) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS)	175

PubMed	((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS) ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS)	135

Criterios de inclusión:

- Artículos originales, ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohorte que cuentan con información acerca de la adiponectina su síntesis, función y relación con la DM2.
- Artículos publicados entre 2020 y 2025, complementados por estudios clave anteriores a 2020, considerados relevantes para el desarrollo de la investigación.
- Se tomaron en cuenta artículos tanto en inglés como en español.
- Artículos con índices de impacto Q1, Q2, y regionales publicados en revistas que no se encuentran indexadas en bases de datos como Scopus y Web of Science, pero que aportan información relevante para el estudio.

Criterios de exclusión:

- Estudios que no se encuentran directamente relacionados con la adiponectina como marcador temprano en la detección de DM2.
- Estudios que no brindan acceso a la información completa.
- Estudios dirigidos hacia otra población que no sean adultos.
- Estudios realizados en animales.

Para el desarrollo de la presente investigación, se llevó a cabo una búsqueda estructurada de información en bases de datos científicas como Web of Science, BVS y Pubmed.

Se realizó un proceso de filtración mediante la herramienta Rayyan para eliminar archivos duplicados y se siguieron los lineamientos de la metodología PRISMA (10), la cual contempla etapas de identificación, cribado, evaluación de elegibilidad y selección final de artículos como se visualiza en la **Figura 1**. En el cribado de los 201 registros restantes, se seleccionaron 40 para ser evaluados

a texto completo. Se excluyeron 161 registros por no cumplir con los criterios de inclusión de la búsqueda. De los 40 estudios elegidos para recuperación se excluyeron 7 por enfocar su estudio en otro tipo de diabetes, 5 por ser realizados en animales y 4 porque la población del estudio no era adulta.

La estrategia de búsqueda fue diseñada mediante la técnica PICOTS, formulando así la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de diabetes mellitus tipo 2 en adultos con riesgo a desarrollarla?

P.- adultos con riesgo de desarrollar DM2

I.- detección de los niveles de adiponectina

C.- no aplica

O.- detección temprana de DM2

T.- artículos publicados entre los años 2020-2025 y estudios previos a 2020 considerados relevantes para el desarrollo de la investigación.

S.- revisión bibliográfica

Se emplearon los siguientes términos de búsqueda: ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS). ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (DIAGNOSIS). (ADIPONECTIN) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS) y ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS).

En la **Figura 1** se puede visualizar el resultado del proceso de búsqueda, en el cual se obtuvieron (n=44) resultados en Web of Science, (n=175) en BVS, (n=135) en PubMed con un número total de (n=354) para la investigación.

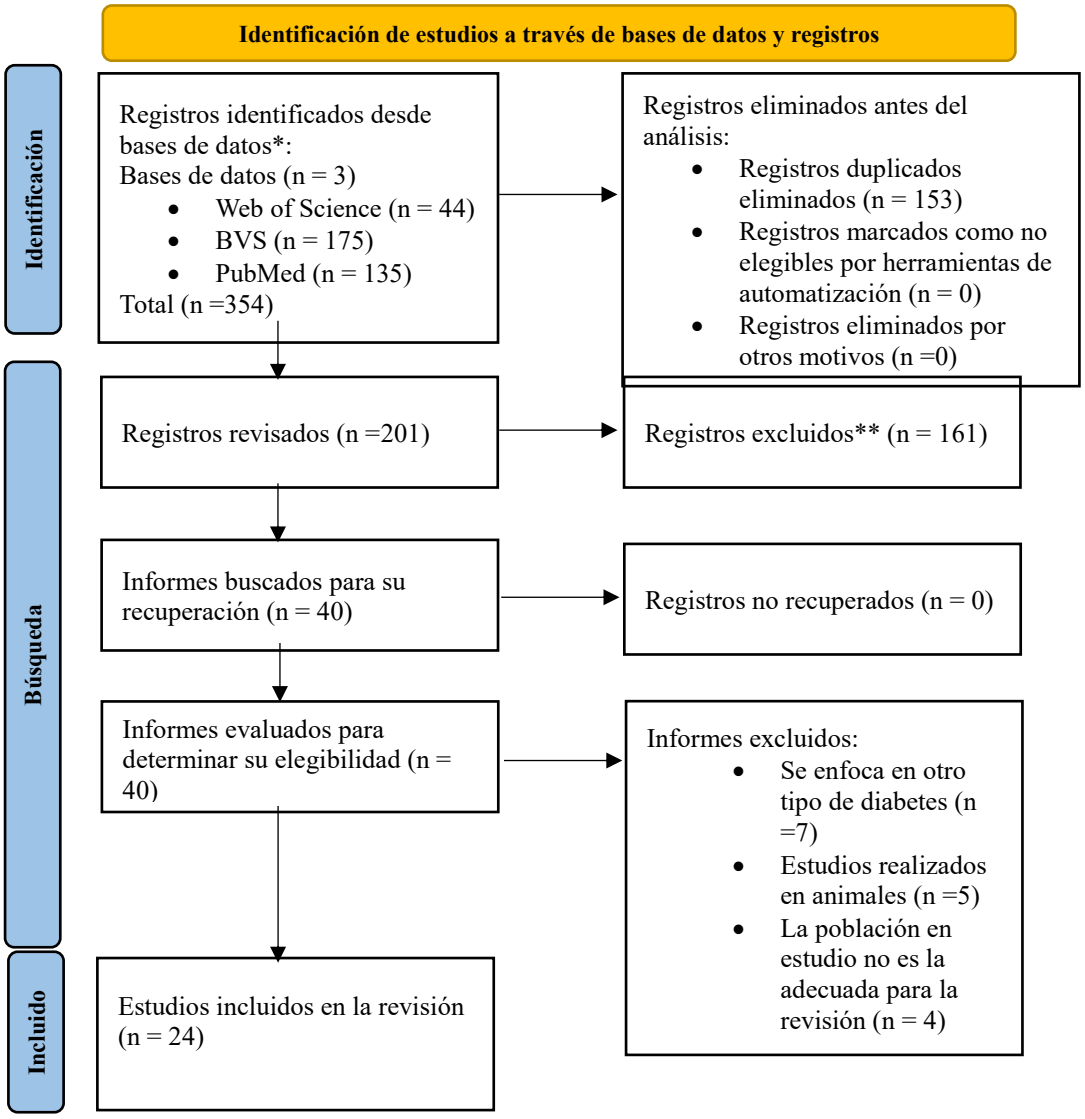


Figura 1. *Diagrama de flujo, basado en el método PRISMA.* **Fuente:** PRISMA statement (10)

RESULTADOS

Tras la revisión de 24 estudios, se identificó que la mayor parte de la evidencia científica señala una asociación inversa y significativa entre los niveles de adiponectina y la DM2. Adicionalmente, esta asociación desfavorable se extiende a la prediabetes y a la resistencia a la insulina. De manera crucial, se evidencia que este patrón se asocia con la aparición de peores perfiles metabólicos, los cuales se caracterizan por presentar un elevado índice de masa corporal (≥26kg/m^2), hipertrigliceridemia (>150 mg/dL), un incremento en el índice HOMA-IR (2.9-4.9), así como concentraciones elevadas de glucosa basal (100 mg/dL-180 mg/dL).

Tabla 2. *Relación adiponectina, DM2 y peores perfiles metabólicos*

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Bidulescu et al. (2020) (6)	Pacientes de entre 21 a 94 años	ELISA	Los valores de adiponectina se asociaron inversamente con la DM2, después del ajuste por HOMA-IR en mujeres (HR = 0,68, IC del 95 % = 0,55-0,84). Esta asociación inversa estuvo presente en participantes con obesidad (IMC: ≥30kg/m^2). Mientras que la leptina presentó una asociación positiva	La adiponectina muestra una asociación inversa con la DM2 lo que indica que niveles elevados actúan como factor protector frente a la enfermedad sobre todo en pacientes con obesidad abdominal.
Hong et al. (2023) (7)	Personas de 18 a 70 años	Inmunoensayo turbidimétrico mejorado con látex	Pacientes con un peor estado glucémico presentaron peores perfiles metabólicos. Existió una tendencia decreciente de los niveles de adiponectina desde normoglucemia, prediabetes y diabetes (4.0 mg/L > 3.7 mg/L > 3.2 mg/L) respectivamente. Los factores de riesgo de DM2 se correlacionaron negativamente con los niveles de adiponectina. Entre la población sin factores de riesgo de DM2, la proporción de adiponectina en el cuartil alto fue mayor.	La adiponectina se podría asociar de forma negativa con la DM2 y la prediabetes. Diversos factores metabólicos pueden influir entre la relación de la adiponectina y la diabetes por lo tanto podría considerarse como un marcador predictivo sobre las alteraciones en los valores de glucosa.
Coltell et al. (2021) (8)	954 adultos	ELISA	La adiponectina se correlacionó de forma positiva con el HDL-c e inversamente con los TG, glucosa basal y la DM2 (p=1.4×10−7). Se correlacionó negativamente la adiponectina con la circunferencia de la cintura.	La adiponectina se encuentra asociada con un mejor perfil lipídico. Niveles altos de adiponectina se asociaron con un menor riesgo de DM2 (OR = 0.61; IC 95%: 0.46–0.80; p=4.4×10−4)

Ganesh & Palem (2022) (11)	Adultos de entre 30 a 70 años prediabéticos, diabéticos y controles	ELISA	Los valores de adiponectina disminuyeron de forma significativa en personas prediabéticas (3.22 ± 0.98 ug/mL) en comparación con el grupo control (5.36 ± 2.24ug/mL). Existió una asociación inversa entre la adiponectina, el IMC, la HbA1c, insulina y HOMA-IR.	La disminución de los valores de adiponectina en la prediabetes podría servir como un posible marcador de DM2
Liao et al. (2021) (12)	98 pacientes con DM2 y 98 controles	ELISA	Pacientes con DM2 mostraron medidas corporales más grandes (circunferencia de la cintura, del antebrazo y de la pantorrilla). La leptina se asoció de forma positiva con la DM2 (OR = 1.09) y la adiponectina de forma negativa (OR=0.982). Participantes con niveles bajos de adiponectina presentaron un mayor riesgo para desarrollar DM2.	Los niveles de adiponectina y leptina y su relación son de gran utilidad para detectar el riesgo de desarrollar DM2.
Mohammed et al. (2023) (13)	150 mujeres de 30 a 45 años	ELISA	Mujeres con DM2 presentaron valores elevados de glucosa, HbA1c, triglicéridos, IMC, HOMA-IR, valores elevados de leptina, menor c-HDL y bajos niveles de adiponectina (5±3.02 μg/mL) con baja sensibilidad a la insulina (HOMA-IR >2.9). Los valores de leptina en DM2 fueron elevados (25.7±10.12 ng/mL), esta se asocia positivamente con el HOMA-IR y la adiponectina de forma negativa con el HOMA-IR, TG, CC.	La disminución de los niveles de adiponectina se encuentra asociada con la reducción de HDL-c. las personas con niveles altos de leptina y bajos de adiponectina deben ser monitoreados para reducir complicaciones de la DM2.
Liu et al. (2020)	85 participantes	ELISA	Los valores de leptina e insulina	En pacientes con DM2 las adipocinas

(14)	sanos y 38 pacientes con DM2		fueron menores en pacientes con DM2 recién diagnosticados con IMC normal, y mayores en obesos (31.3±3.0 kg/m^2). La resistina fue mayor en pacientes con DM2 y obesos. Tras el ajuste del IMC y CC, las diferencias en la concentración de leptina y adiponectina seguían siendo significativas.	difirieron entre el IMC normal y obesidad. Los pacientes obesos presentaron un perfil alterado de adipocinas, valores elevados de leptina (6.77 ng/mL) y disminuidos de adiponectina (1.03mg/mL)
Omar et al. (2022) (15)	102 adultos diabéticos y 102 controles	ELISA	Se pudo notar una fuerte correlación negativa entre los niveles séricos de adiponectina (5,9 ± 1,6 ng/mL) y glucosa en ayunas (164,5 ± 16,7mg/dL), mientras que se observa una correlación positiva entre los niveles de resistina (18,2 ± 2,7 ng/mL) y glucemia plasmática en DM2.	Los valores elevados de glucosa y resistina y la reducción de los niveles de adiponectina en pacientes con DM2 podrían ser útiles como marcadores de diagnóstico.
Hussain et al. (2025) (16)	100 controles y 100 pacientes con DM2	ELISA	Pacientes con DM2 presentaron valores elevados de PCR (7.18 ±3.66 ug/ml), TNF-a (30.36 ±11.87 pg/ml), IL-6 (9.74 ±5.68pg/ml) y valores bajos de IL-10 (5.73±3.21pg/ml) y adiponectina (6.14 ±3.65mg/mL). La adiponectina presentó una relación negativa con el IMC, HbA1c, TG, insulina y HOMA-IR y una relación positiva con HDL-c. El riesgo de desarrollar DM2 disminuye con valores elevados de adiponectina.	El aumento de los niveles de PCR, TNF-a, IL-6, cortisol y una disminución en los valores de adiponectina aumentan la probabilidad de desarrollar DM2.

Nota: La conversión de unidades de adiponectina es: 1 mg/L = 1 µg/mL = 1000 ng/mL.

Múltiples estudios confirmaron la correlación negativa entre el índice HOMA-IR y las concentraciones de adiponectina (11) (13) (16). En un estudio realizado en

mujeres con DM2 se observó bajos niveles de adiponectina (5±3.02 *µ*g/mL) y baja sensibilidad a la insulina (HOMA-IR >2.9) (13).

Esta asociación inversa se mantiene incluso en participantes con obesidad (IMC: ≥30kg/m^2) (6), y la adiponectina se correlaciona negativamente con el IMC y la circunferencia de la cintura (8) (16). En un estudio realizado en pacientes con DM2 y obesidad se reportó valores de adiponectina disminuidos (1.03mg/mL) y un IMC promedio de 31.3±3.0 kg/m^2 (14).

También se encontró una correlación negativa con la hipertrigliceridemia y la hiperglucemia basal (8) (15) (16), en donde reportaron valores de adiponectina sérica de (5,9 ± 1,6 ng/mL) y glucosa basal de (164,5 ± 16,7mg/dL) en diabéticos (15), como se visualiza en la **Tabla 2**.

Asimismo, se evidencio que la relación Leptina/Adiponectina (AdipoQ/Lep) presenta una mayor sensibilidad y especificidad en la detección de la IR en comparación con el índice HOMA-IR. Dicho índice presenta con mayor exactitud el desequilibrio en las funciones metabólicas, superando a la capacidad predictiva de la adiponectina (Rs= -0.304, P 0.033) y leptina (Rs=0.422, P 0.003) individualmente. Se pudo evidenciar que el cociente AdipoQ/Lep muestra una correlación negativa más fuerte con las concentraciones de insulina en comparación con el índice HOMA-IR (17). Por otra parte, se demostró que este índice resulta más apropiado para identificar IR en mujeres de edad avanzada (18). Por ende, estos resultados sugieren que este índice podría ser un marcador con mayor sensibilidad, tal como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. *Índice adiponectina/leptina*

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Castela et al. (2023) (17)	Adultos con obesidad	Inmunoensayo de citometría de flujo con microesferas multiplex	Se obtuvieron correlaciones significativas entre AdipoQ/Lep y parámetros de la composición corporal junto con marcadores de obesidad. AdipoQ/Lep tuvo una correlación negativa con los valores de insulina en ayunas (Rs= -0.625,	El índice AdipoQ/Lep tiene una mayor significancia en indicar obesidad, composición corporal y sensibilidad a la insulina que adiponectina o leptina individualmente

			P<0.001), teniendo una correlación más fuerte con HOMA-IR que HOMA-IR con leptina (Rs=0.422, P 0.003) o adiponectina (Rs= -0.304, P 0.033) por separado.	
Biercewicz et al. (2020) (18)	88 mujeres mayores	ELISA	Se logró notar concentraciones elevadas de leptina, índice leptina/adiponectina con un AUCROC de 0.705 (P=0.0004), glucosa e insulina en pacientes con IR en comparación con pacientes sanos. Con un aumento de LAR la adiponectina disminuyó.	El índice AdipoQ/Lep es más adecuado para identificar IR en personas mayores incluso mejor que las dos adipocinas por separado.

Como se puede evidenciar en la **Tabla 4** la adiponectina representa un papel protector frente a la IR tanto en hombres como en mujeres, sin embargo, dentro de algunos estudios se pudo evidenciar que esta asociación inversa podría ser más pronunciada en ciertos grupos, por ejemplo: la asociación inversa entre la adiponectina y la IR es observada en ambos sexos (19), así también algunos estudios sugirieron que podría ser más pronunciada en mujeres, así como en el contexto de patologías específicas como el SOP (20), confirmando su función como marcador de IR en este grupo de mujeres.

Tabla 4. *Adiponectina según el sexo y obesidad*

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Chávez-Guevara et al. (2023) (19)	50 adultos jóvenes	ELISA	Hombres presentaron niveles más bajos de grasa corporal y más elevados de tejido adiposo visceral y glucosa en ayunas. La adiponectina presentó un valor más bajo en hombres y una correlación negativa con HOMA-IR en ambos sexos (hombres r = -0.58), (mujeres r = -0.50), la leptina presentó una asociación positiva con HOMA-IR solo en hombres (r = 0.41).	La adiponectina protege contra la IR en ambos sexos y la leptina tiene una relación positiva con la IR en hombres indicando posibles diferencias por sexo respecto a la regulación metabólica de esta hormona.

Yang et al. (2025) (20)	154 mujeres	ELISA	Mujeres con IR presentaron niveles bajos de adiponectina (4.94 ± 1.67 mg/L) y leptina/adiponectina y valores elevados de glucosa, insulina y TG. Se logró evidenciar una asociación negativa entre APN y HOMA-IR después de ajustar el IMC, confirmando su función como marcador de IR en mujeres con SOP.	La adiponectina es un biomarcador con mayor sensibilidad (63.6%) y confianza que la leptina para detectar IR en mujeres con SOP.

La adiponectina al ser una hormona que en presencia de obesidad se encuentra disminuida fue objeto de estudios que analizaron como ciertas intervenciones podrían influir en sus niveles. Se pudo evidenciar el desarrollo de una investigación en donde el ejercicio físico contribuye de forma significativa al aumento de los niveles de adiponectina (456.3 ± 42 pg/ml a 586.3 ± 87.8 pg/ml) (21) así como (6.9± 3.9ug/ml a 8.5±4.9 ug/ml) (22). Por lo tanto, estos hallazgos sugieren que el ejercicio puede tener efectos beneficiosos en la sensibilidad a la insulina, haciendo que la adiponectina pueda ser utilizada como un marcador útil en el diagnóstico temprano de DM2, así como también en el desarrollo de intervenciones terapéuticas, como se puede visualizar en la **Tabla 5**.

Tabla 5. *Adiponectina y ejercicio*

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Mudjanarko et al. (2023) (21)	Adultos de 35 a 55 años	ELISA	El grupo que realizó ejercicio presento un aumento en los niveles de adiponectina (456.3 ± 42 pg/ml a 586.3 ± 87.8 pg/ml) ($p = 0.04$, $p < 0.05$) por lo que el programa de ejercicio tuvo un efecto positivo sobre la adiponectina.	Cualquier tipo de ejercicio rutinario tiene efectos beneficiosos sobre los niveles de adiponectina.
Wang et al. (2015) (22)	Mujeres de entre 50 y 70 años	ELISA	El grupo que fue intervenido con restricción calórica y ejercicio aumentó la concentración de adiponectina un 34% (6.9± 3.9ug/ml a 8.5±4.9 ug/ml) ($p = 0.0001$).	La adición del ejercicio y la restricción calórica aumentaron la concentración de adiponectina plasmática, por ende, el ejercicio puede ser sensibilizador de la respuesta de la adiponectina ante la pérdida de peso.

Nota: La conversión de unidades de adiponectina es: 1 mg/L = 1 µg/mL = 1000 ng/mL = 1 000 000 pg/mL.

En la **Tabla 6** se sugirió también la combinación entre la adiponectina y marcadores como la proproteína convertasa subtilisina/kexina tipo 9 (PCSK9) o el factor de crecimiento de fibroblastos 21 (FGF-21) los cuales son marcadores comprometidos en la regulación metabólica. En un estudio realizado en pacientes con DM2 y prediabetes se pudo visualizar que en pacientes con prediabetes se presentaron niveles elevados de PCSK9, 924.20 (673.38) ng/ml y adiponectina 6.22 (4.51) mg/ml, en hombres los niveles de PCSK9 fueron elevados con niveles bajos de adiponectina (23). En adultos diabéticos tratados con combinaciones terapéuticas, los niveles de FGF-21 (32.9% más) y adiponectina fueron elevados, lo que se podría interpretar como una respuesta metabólica compensatoria (24)

Tabla 6. *Adiponectina y combinación con otros marcadores*

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Gu et al. (2025) (23)	768 pacientes con DM2 y 760 pacientes con prediabetes	Inmunoturbidimetría mejorada con látex	Los valores de PCSK9 fueron más elevados en pacientes prediabéticos 924.20 (673.38) ng/ml al igual que la adiponectina 6.22 (4.51) mg/ml. Mientras aumentaban los valores de PCSK9 o adiponectina también aumentaba el HOMA-B. PCSK9 tuvo una correlación positiva con la adiponectina y la adiponectina se correlacionó negativamente con el IMC. Glucosa, HbA1c y HOMA-IR.	Pacientes con prediabetes presentaron niveles más elevados de PCSK9 y adiponectina que pacientes con DM2. Los dos marcadores tuvieron una correlación positiva con la homeostasis de la función de las células pancráticas. PCSK9 y adiponectina combinados pueden ser un posible biomarcador de progresión de prediabetes a DM2 (AUC de 0.751;95% CI 0.727-0.775).
Al-Qusous et al. (2024)	Adultos de entre 30 a 65 años	ELISA	Diabéticos presentaron valores elevados de FGF-21(32.9% más) sugiriendo una	Los niveles de FGF-21 y adiponectina aumentaron en

(24)	respuesta compensatoria, fue aún mayor en pacientes con tratamientos combinados (37.6% y 34.1%). Al igual que la adiponectina que se elevaron sus valores en respuesta a tratamientos combinados (12.32%).	respuesta al tratamiento en DM2, estos dos marcadores pueden servir en el diagnóstico de esta enfermedad.

Nota: La conversión de unidades de adiponectina es: 1 mg/L = 1 µg/mL = 1000 ng/mL.

DISCUSIÓN

Los niveles séricos de adiponectina mostraron una tendencia decreciente conforme el deterioro glucémico ha avanzado, es así como Hong et al. (7) y Ganesh & Palem (11) concuerdan en que se presentan valores normales de adiponectina en pacientes con normoglucemia, valores intermedios en prediabéticos y niveles significativamente menores en pacientes con DM2. Lo que indica el desarrollo de IR asociada a la alteración en el tejido adiposo. Por otra parte, la presente relación inversa se mantiene incluso después del ajuste por HOMA-IR como indica Bidulescu et al. (6) en su estudio sugiriendo un efecto biológico independiente de la obesidad o la hiperglucemia.

Así también, los niveles de adiponectina se asociaron de forma negativa con peores perfiles metabólicos, determinados por un aumento del IMC, hipertrigliceridemia y IR medida por HOMA-IR. Es así como estos hallazgos concuerdan con los resultados reportados por Bidulescu et al. (6) donde se describe esta correlación inversa entre la adiponectina frente al IMC y circunferencia de la cintura reafirmando el papel protector que esta hormona presenta frente al deterioro metabólico y Coltell et al. (8) quien indica que la hipoadiponectinemia se asocia con la hipertrigliceridemia y la reducción de HDL-c, mostrando un perfil lipídico aterogénico característico de la IR.

Según Mohammed et al. (13) y Liu et al. (14) concuerdan en que los pacientes con DM2 y obesidad presentaron valores significativamente más bajos de adiponectina y valores elevados de leptina, IMC y HbA1c reforzando el papel de la adiponectina como un marcador de disfunción adipocitaria y confirmando la relación entre el desequilibrio de las adipocinas con el deterioro metabólico de la DM2.

La relación que guarda la leptina y la adiponectina cobro relevancia a nivel diagnóstico en los últimos años es así como Castela et al. (17) y Biercewicz et al. (18) concuerdan en que el índice AdipoQ/Lep presenta una mayor sensibilidad y especificidad que el HOMA-IR en la detección temprana de la IR. El presente índice refleja el balance funcional del tejido adiposo, al predominar la leptina estimulará la inflamación y lipogénesis y al predominar la adiponectina favorecerá a la oxidación de ácidos grasos y la captación de glucosa. Es así como, una relación elevada de AdipoQ/Lep representa un medio metabólicamente desfavorable y mejor predictor del riesgo de desarrollar DM2 que cada una de las adipocinas por separado.

Factores biológicos como el sexo y la obesidad presentan también influencia sobre los valores de adiponectina, es así como la adiponectina presenta una asociación negativa con la IR en ambos sexos, sin embargo, Chávez-Guevara et al. (19) y Yang et al. (20) concuerdan en que presenta una mayor sensibilidad en mujeres. Esto podría explicarse por diferencias a nivel hormonal y metabólico debido a que el tejido adiposo subcutáneo de pacientes de género femenino presenta una mayor secreción de adiponectina, mientras que el tejido visceral masculino es propenso a generar un perfil más inflamatorio.

En este contexto en mujeres con Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP) la hipoadiponectinemia se mantuvo incluso después del ajuste por IMC, lo que puede indicar una alteración endocrina intrínseca (20). Sugiriendo de esta manera que se puedan establecer rangos de referencia dependiendo el sexo y el estado hormonal de los pacientes, tomando en cuenta que estos valores podrían estar modificados por los estrógenos o la distribución del tejido adiposo.

El ejercicio físico demostró tener un efecto positivo en las concentraciones plasmáticas de adiponectina. Es así como Mudjanarko et al. (21) y Wang et al. (22) concuerdan en que la actividad física regular incrementa de forma significativa los niveles de adiponectina acompañados de mejoras en la sensibilidad a la insulina. Este hallazgo podría ser atribuido a la oxidación de ácidos grasos y a la reducción del tejido adiposo, favoreciendo de esta manera la síntesis de la adiponectina. Por lo tanto, se sugiere que la adiponectina podría llegar a ser utilizada también como indicador de respuesta a ciertas

intervenciones terapéuticas que tengan base en el ejercicio o cambios en el estilo de vida.

Otro de los datos de interés se relaciona con el papel de la adiponectina dentro de redes metabólicas con mayor amplitud, es así como Gu et al. (23) evidenciaron correlaciones positivas entre adiponectina y PCSK9 en pacientes prediabéticos lo cual sugiere una posible sincronía compensatoria entre estos marcadores en fases tempranas del deterioro glucémico. Así también Al-Qusous et al. (24) evidenciaron incrementos coincidentes de FGF-21 y adiponectina en pacientes bajo tratamiento, pudiéndose tratar de una respuesta adaptativa encaminada a restablecer la homeostasis metabólica. Estos hallazgos generan la posibilidad de generar paneles combinados de biomarcadores para una caracterización más precisa del riesgo metabólico.

Así, la adiponectina representa un biomarcador de gran utilidad clínica en la detección temprana de la DM2, debido a que sus niveles disminuyen en etapas de prediabetes reflejando IR y disfunción metabólica. Su inclusión en índices como el índice AdipoQ/Lep fortalece su valor tanto diagnóstico y pronóstico, indicando que esta puede posicionarse como una herramienta prometedora en la prevención y seguimiento de la enfermedad.

Las principales limitaciones de los estudios revisados incluyen variaciones en edad, sexo, IMC y comorbilidades que pueden influir en los niveles de adiponectina, dificultando así la comparación entre investigaciones. Algunos estudios presentan un diseño transversal lo cual impide determinar si las alteraciones de la adiponectina predicen la progresión hacia DM2. Se evidenció también pocos estudios de mujeres con condiciones hormonales específicas, adultos mayores y poblaciones latinoamericanas. Estas limitaciones generan la necesidad de realizar estudios longitudinales en poblaciones ajustadas por sexo y composición corporal, así como el análisis coste-efectividad que permitan implementar a la adiponectina en el tamizaje temprano de la DM2.

CONCLUSIONES

- La revisión realizada indica principalmente una asociación inversa y significativa entre los niveles de adiponectina y la IR respecto a la progresión y desarrollo de la DM2. La hipoadiponectinemia se relaciona también con el aumento de HOMA-IR, obesidad, hipertrigliceridemia lo cual enfoca a este biomarcador como protector frente al deterioro glucémico.
- Finalmente, se evidenció también que los valores de adiponectina se presentan en valores mayores en pacientes no diabéticos, valores intermedios en prediabéticos y menores en pacientes que presentan DM2, sugiriendo de esta manera la utilidad de la adiponectina para detectar alteraciones en el metabolismo de la glucosa en etapas tempranas.
- Al comparar los valores de adiponectina sérica con otros parámetros bioquímicos utilizados para el diagnóstico de DM2 se observó una correlación negativa de este analito con la glucosa basal, insulina, índice HOMA-IR, HbA1C. En conjunto estos hallazgos posicionan a la adiponectina como un marcador con gran potencial para el tamizaje temprano de la DM2. Así también, su disminución refleja un desequilibrio funcional del tejido adiposo, lo que refuerza su papel en las etapas iniciales de esta enfermedad. Por otra parte, intervenciones como el ejercicio o modificaciones en el estilo de vida incrementaron los niveles de adiponectina convirtiéndolo en un indicador útil de respuesta terapéutica y fortaleciendo su relevancia clínica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Diabetes [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 5]. Available from: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes

2. Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. Int J Mol Sci [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2025 Sep 5];21(17):6275. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7503727/

3. Lu X, Xie Q, Pan X, Zhang R, Zhang X, Peng G, et al. Type 2 diabetes mellitus in adults: pathogenesis, prevention, and therapy. Signal Transduction and Targeted Therapy 2024 9:1 [Internet]. 2024 Oct 2 [cited 2025 Sep 5];9(1):1–25. Disponible en: https://www.nature.com/articles/s41392-024-01951-9

4. International Diabetes Federation [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 5]. Type 2 diabetes. Available in: https://idf.org/about-diabetes/types-of-diabetes/type-2/

5. Khoramipour K, Chamari K, Hekmatikar AA, Ziyaiyan A, Taherkhani S, Elguindy NM, et al. Adiponectin: Structure, physiological functions, role in diseases, and effects of nutrition. Nutrients [Internet]. 2021;13(4):1180. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/nu13041180

6. Bidulescu A, Dinh PC, Sarwary S, Forsyth E, Luetke MC, King DB, et al. Associations of leptin and adiponectin with incident type 2 diabetes and interactions among African Americans: The Jackson heart study. BMC Endocr Disord. 2020 Mar 4;20(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s12902-020-0511-z

7. Hong X, Li F, Lian H, Wang J, Mao N, Ren M, et al. Association between adiponectin and newly diagnosed type 2 diabetes in population with the clustering of obesity, dyslipidaemia, and hypertension: a cross-sectional study. BMJ Open [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 12]; 13:060377. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2021-060377

8. Coltell O, Ortega-Azorín C, Sorlí J V, Portolés O, Asensio EM, Saiz C, et al. Circulating adiponectin and its association with metabolic traits and type 2 diabetes: gene-diet interactions focusing on selected gene variants and at the genome-wide level in high-cardiovascular-risk Mediterranean subjects. Nutrients [Internet]. 2021; 13:541. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/nu13020541

9. Abdella NA, Mojiminiyi OA. Clinical applications of adiponectin measurements in type 2 diabetes mellitus: Screening, diagnosis, and marker of Diabetes Control. Dis Markers [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2025 Sep 5];2018(1):5187940. Disponible en: /doi/pdf/10.1155/2018/5187940

10. PRISMA statement [Internet]. PRISMA 2020 flow diagram. 2025 [cited 2025 Nov 10]. Available in: https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram

11. Ganesh V, Palem SP. Adiponectin Can Be an early predictable marker for type 2 diabetes mellitus and nephropathy. Cureus [Internet]. 2022;14(7): e27308. Disponible en: http://dx.doi.org/10.7759/cureus.27308

12. Liao PJ, Ting MK, Wu IW, Chen SW, Yang NI, Hsu KH. Higher Leptin-to-adiponectin ratio strengthens the association between body measurements and occurrence of type 2 diabetes mellitus. Front Public Health [Internet]. 2021 July 23; 9:678681. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2021.678681

13. Mohammed W, Dalal S&, Binjawhar N, Saeed WM, Nasser Binjawhar D. Association of serum Leptin and adiponectin concentrations with Type 2 diabetes biomarkers and complications among Saudi women. Diabetes, Metab Syndr Obes [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 12]; 16:2129–40. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2147/DMSO.S405476

14. Liu W, Zhou X, Li Y, Zhang S, Cai X, Zhang R, et al. Serum leptin, resistin, and adiponectin levels in obese and non-obese patients with newly diagnosed type 2

diabetes mellitus A population-based study. Medicine [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 12]; Disponible en: http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000019052

15. Omar S, Higazi H, Babker AMA, Mohammed SMA, Eltoum AE. Assessment of adiponectin and resistin indexes compared to FBG and useful as diagnostic biomarkers in insulin resistance and type 2 diabetes. Open Access Maced J Med Sci [Internet]. 2022 Apr 7;10(B):853–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3889/oamjms.2022.9297

16. Hussain S, Yadav S, Sawlani KK, Usman K, Khattri S. Evaluating pro-and anti-inflammatory biomarkers for predicting type 2 diabetes mellitus in the geriatric population and correlation with clinical and biochemical parameters. Cureus [Internet]. 2025;17(1): e77896. Disponible en: http://dx.doi.org/10.7759/cureus.77896

17. Castela I, Morais J, Barreiros-Mota I, Silvestre MP, Marques C, Rodrigues C, et al. Decreased adiponectin/leptin ratio relates to insulin resistance in adults with obesity. Am J Physiol Endocrinol Metab [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 12]; 324(2): E115-9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00273.2022

18. Biercewicz M, Slusarz R, Kedziora-Kornatowska K, Filipska K, Bielawski K, Ruszkowska-Ciastek B. Assessment of leptin-to-adiponectin ratio in prediction of insulin resistance and nutrition status in a geriatric female population. J Physiol Pharmacol [Internet]. 2020 Feb 1;71(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.26402/jpp.2020.1.02

19. Chávez-Guevara IA, Amaro-Gahete FJ, Osuna-Prieto FJ, Labayen I, Aguilera CM, Ruiz JR. The role of sex in the relationship between fasting adipokines levels, maximal fat oxidation during exercise, and insulin resistance in young adults with excess adiposity. Biochem Pharmacol. [Internet]. 2023 Oct 1;216. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.bcp.2023.115757

20. Yang J, Lin M, Tian X, Li C, Wu H, Deng L, et al. Serum adiponectin level is negatively related to insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. Endocr Connect. [Internet]. 2025 Jan 1;14(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1530/EC-24-0401

21. Mudjanarko SW, Irawati A, Tinduh D, Susanto TN. Efeito do exercício em esteira de intensidade moderada no aumento dos níveis de adiponectina em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Rev Brasil Med Esporte [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 27];29:e2022_0144. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329022022_0144p

22. Wang X, You T, Murphy K, Lyles MF, Nicklas BJ. Addition of exercise increases plasma adiponectin and release from adipose tissue. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2015 Nov 1;47(11):2450–5. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000000670

23. Gu JX, Wang K, Zhang AM, Yin Y, Li SS, Zhang N, et al. The correlation between proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 and adiponectin in the progression from prediabetes to type 2 diabetes mellitus. Sci Rep [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 27]; 15(1):8517. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41598-025-93750-7

24. Al-Qusous MN, Dwairi R, Hussein RM. The potential of fibroblast growth factor-21 and adiponectin as diagnostic biomarkers for type 2 diabetes mellitus: differential levels in response to treatments. Beni Suef Univ J Basic Appl Sci [Internet]. 2024 Dec 1;13(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s43088-024-00571-0