

Péptidos bioactivos del chocho, amaranto y quinoa: potencial terapéutico en diabetes tipo 2. Una revisión sistemática
Bioactive Peptides from Lupin, Amaranth, and Quinoa: Therapeutic Potential in Type 2 Diabetes. A Systematic Review
Carrera Macias, Diego Paul, Barreno Sánchez, María José, Baquero Icaza, Paulo Santiago, López Hernández, Orestes Dario

**CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.**

Enero - junio, V°6-N°2; 2025

Recibido: 25-06-2025

Aceptado: 30-06-2025

Publicado: 30-06-2025

PAÍS

- Ecuador, Tungurahua
- Ecuador, Tungurahua
- Ecuador, Tungurahua
- Ecuador, Tungurahua

INSTITUCIÓN

- Estudiante Universidad Técnica de Ambato
- Estudiante Universidad Técnica de Ambato
- Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
- Estudiante Universidad Técnica de Ambato

CORREO:

- ✉ dcarrera5637@uta.edu.ec
- ✉ mj.barreno@uta.edu.ec
- ✉ psbaquero@pucesa.edu.ec
- ✉ od.lopez@uta.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0006-7333-9082>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-1863-199X>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-2388-6217>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-3217-9493>

FORMATO DE CITA APA.

Carrera, P. Barreno, M. Baquero, P. López, O. (2025). Péptidos bioactivos del chocho, amaranto y quinoa: potencial terapéutico en diabetes tipo 2. Una revisión sistemática. *Revista G-ner@ndo*, V°6 (N°1),. 6508 –6524.

Resumen

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por hiperglucemia sostenida, resultado de resistencia a la insulina, disfunción pancreática y aumento de la producción hepática de glucosa. Representa más del 90% de los casos de diabetes a nivel mundial. Aunque los tratamientos farmacológicos son fundamentales, las estrategias no medicamentosas, como una nutrición adecuada, es clave en su manejo integral. Alimentos tradicionales andinos como el chocho (*Lupinus mutabilis*), la quinoa (*Chenopodium quinoa* WilldWilld) y el amaranto (*Amaranthus* spp.) contienen péptidos bioactivos con potencial terapéutico para la Diabetes tipo 2. Estos compuestos, obtenidos por hidrólisis enzimática o fermentación, actúan sobre múltiples vías metabólicas relacionadas con la regulación de la glucosa. El chocho inhibe la enzima DPP-IV, mejora la sensibilidad a la insulina y promueve la captación de glucosa a nivel celular. La quinoa regula vías como PI3K/AKT y AMPK, y modula positivamente la microbiota intestinal. El amaranto, además de reducir la glucemia, mejora la función de las células β pancreáticas y ejerce efectos antioxidantes y antiinflamatorios. La evidencia científica apoya el uso de estos alimentos como coadyuvantes en el tratamiento de la DM2. No obstante, se requieren estudios clínicos que validen sus beneficios en humanos, estandaricen dosis y evalúen su seguridad y eficacia a largo plazo.

Palabras clave: Péptidos bioactivos, alimentos andinos, Diabetes Mellitus tipo 2, quinoa, chocho, amaranto.

Abstract

Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disease characterized by sustained hyperglycemia resulting from insulin resistance, pancreatic dysfunction, and increased hepatic glucose production. It accounts for more than 90% of diabetes cases worldwide. Although pharmacological treatments are essential, non-drug strategies, such as adequate nutrition, it is key to its comprehensive management. Traditional Andean foods such as lupin (*Lupinus mutabilis*), quinoa (*Chenopodium quinoa* WilldWilld), and amaranth (*Amaranthus* spp.) contain bioactive peptides with therapeutic potential. These compounds, obtained by enzymatic hydrolysis or fermentation, act on multiple metabolic pathways related to glucose regulation. Lupin inhibits the DPP-IV enzyme, improves insulin sensitivity, and promotes glucose uptake at the cellular level. Quinoa regulates pathways such as PI3K/AKT and AMPK, and positively modulates the gut microbiota. Amaranth, in addition to lowering blood glucose, improves pancreatic β -cell function and exerts antioxidant and anti-inflammatory effects. Scientific evidence supports the use of these foods as adjuvants in the treatment of T2DM. However, clinical studies are needed to validate their benefits in humans, standardize doses, and evaluate their long-term safety and efficacy.

Key words: Bioactive peptides, Andean foods, Type 2 Diabetes Mellitus, quinoa, lupine, amaranth.

Introducción

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica y de alto impacto en la salud pública, que se caracteriza por un estado hiperglucémico persistente, este desequilibrio en los niveles de glucemia deriva de múltiples disfunciones metabólicas, destacando la resistencia a la insulina en tejidos insulinosensibles como el músculo esquelético y el tejido graso, así como un aumento en la producción de glucosa hepática con procesos como glucogenólisis y gluconeogénesis, además de una reducción en la síntesis de insulina por las células beta pancreáticas (1). La DM2 representa aproximadamente el 91% de todos los casos de diabetes, siendo la forma más común de esta patología (2).

Según los datos y cifras del año 2025 de la Federación Internacional de Diabetes, esta enfermedad muestra una creciente carga a nivel mundial, el 11.1% de la población adulta, entre 20-79 años tiene diabetes, es decir 1 de cada 9 adultos padece de la enfermedad y conoce su condición y más de 4 de cada 10 lo desconoce. Las proyecciones indican que para 2050, 1 de cada 8 adultos vivirá con diabetes, suponiendo un aumento de 46%, con alrededor de 853 millones de personas con este trastorno metabólico. Además de ser la tercera enfermedad crónica no transmisible más relevante, después de las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares. Si bien el uso de hipoglucemiantes orales y el uso de insulino terapia son el tratamiento más común, es necesario terapias coadyuvantes, como las medidas no medicamentosas, como la dietoterapia, ejercicio físico, educación terapéutica y apoyo psicológico, puntos fundamentales para una buena evolución de esta enfermedad (1,2,3).

Una nutrición adecuada es un componente esencial en el manejo del paciente con diabetes, y en este contexto, alimentos tradicionales de la región andina como el amaranto (*Amaranthus spp.*), quinoa (*Chenopodium quinoa Willdwilld*) y el chocho (*Lupinus mutabilis*) están emergiendo como fuentes prometedoras de compuestos o péptidos bioactivos con cierto potencial terapéutico.(2,3). Estos alimentos son altamente valorados porque entre su perfil nutricional incluye alta calidad proteica, fibra dietética, vitaminas, minerales y fitoquímicos como polifenoles, flavonoides y saponinas (1,4). Estas propiedades han sido interés de estudio en los

últimos años debido a su potencial efecto hipoglucemiante y su capacidad para mejorar el control glucémico en este grupo de pacientes (1,5)

Estos alimentos andinos comparten su capacidad para producir péptidos bioactivos con diversos beneficios para la salud, los cuales se generan mediante hidrólisis enzimática y fermentación. Su diversidad estructural a nivel de proteínas permite la formación de péptidos con actividades antihipertensivas, antioxidantes, andiabéticas, entre otros, siendo ingredientes funcionales prometedores para una nutrición óptima (4).

En esta revisión bibliográfica, se analizará evidencia actual sobre el impacto del consumo del chocho, amaranto y quinoa en la reducción de los niveles de glucosa en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2. Con el objetivo de ofrecer una visión general de los efectos de los péptidos bioactivos de estos alimentos andinos en la terapéutica de esta patología metabólica.

Métodos y Materiales

Se realizó una búsqueda sistemática en tres bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus y SciELO, sin restricciones geográficas. Se utilizaron descriptores controlados (MeSH) y términos libres en inglés y español, combinados mediante operadores booleanos, incluyendo: “type 2 diabetes”, “bioactive peptides”, “plant peptides”, “Lupinus mutabilis”, “Chenopodium quinoa”, “Amaranthus spp.”, “glucose metabolism”, “insulin secretion”, “DPP-IV inhibition”, “AMPK activation”, entre otros.

La estrategia de búsqueda fue adaptada a cada base de datos y validada por un segundo revisor. Se aplicaron filtros por año de publicación (2020–2025), idioma (inglés y español) y tipo de estudio (artículos originales, estudios in vitro, ensayos en animales y humanos).

Crterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron estudios que cumplieran con los siguientes criterios:

- Evaluación de péptidos bioactivos extraídos de chocho, quinoa o amaranto.
 - Análisis de efectos antidiabéticos en modelos in vitro, animales o humanos.
-

- Reporte de mecanismos bioquímicos o moleculares relevantes para el control glucémico (por ejemplo: inhibición de DPP-IV, activación de AMPK, mejora en la sensibilidad a la insulina, secreción de insulina, reducción del estrés oxidativo).
- Publicación revisada por pares, con texto completo disponible.

Se excluyeron estudios que:

- Analizaran únicamente péptidos de origen animal.
- Carecieran de datos experimentales sobre mecanismos antidiabéticos.
- No estuvieran disponibles en texto completo o no contaran con revisión

por pares.

Proceso de selección

La selección de los estudios se realizó en tres fases, por dos revisores independientes:

1. Cribado inicial por título y resumen.
2. Revisión a texto completo de los estudios potencialmente elegibles.
3. Inclusión final basada en el cumplimiento de los criterios preestablecidos.

Las discrepancias se resolvieron por consenso o por la intervención de un tercer revisor.

El proceso completo se documentó mediante un diagrama de flujo PRISMA.

Extracción y síntesis de datos

Se diseñó una plantilla estandarizada para la extracción de datos clave: autor, año, tipo de estudio, fuente del péptido, modelo experimental, dosis o concentración utilizada, biomarcadores evaluados, mecanismos moleculares implicados y resultados principales.

Dado que los estudios presentaron una alta heterogeneidad en cuanto a diseño, modelos y variables de resultado, se optó por una síntesis cualitativa estructurada, organizada por tipo de alimento y mecanismo de acción.

Análisis de Resultados

Los péptidos bioactivos (PBAs) presentes en alimentos andinos como el chocho, el amaranto y la quinoa se generan a partir de la hidrólisis enzimática de sus proteínas, ya sea por acción de enzimas digestivas del tracto gastrointestinal (como la pepsina, tripsina y quimotripsina), por el uso de enzimas comerciales in vitro, o a través de procesos de fermentación que emplean microorganismos clasificados como seguros (GRAS). Estos péptidos han captado el interés de la comunidad científica debido a su capacidad de actuar sobre múltiples dianas celulares, particularmente en enfermedades metabólicas como la Diabetes Mellitus tipo 2, además de ser una fuente sostenible y con menor huella de carbono en comparación con proteínas animales (4). Debido a sus secuencias únicas de aminoácidos pueden modular varias vías biológicas asociadas a la patogénesis de este trastorno metabólico, además de su capacidad de inhibir ciertas enzimas clave y mejorar la sensibilidad a la insulina, mejorando así el metabolismo de la glucosa y reduciendo los niveles de glucemia (6,7). En las siguientes secciones se detalla los mecanismos implicados.

Chocho (*Lupinus mutabilis*): propiedades hipoglucemiantes y mecanismos moleculares

El *Lupinus mutabilis*, conocido comúnmente como chocho o lupino andino, es una leguminosa originaria de la región andina de América del Sur. Esta especie ha sido parte fundamental de la alimentación tradicional en países como Ecuador, Perú y Bolivia desde épocas ancestrales (1). Se trata de una planta perenne que puede alcanzar entre 1 y 3 metros de altura, caracterizada por hojas compuestas y flores de tonalidades azules o púrpuras. Su fruto es una vaina que contiene semillas comestibles de forma redonda y aplanada, las cuales representan el principal interés nutricional y alimentario de la especie, su cultivo se adapta a las condiciones de los Andes, resiste la sequía y suelos pobres en nutrientes, en temperaturas entre 5 a 20°C y con altitudes desde 1.500 a 4.000 msnm (1,9,10).

Es una leguminosa con un gran porcentaje proteico, superando a la soya, el fréjol y el maní en contenido de proteína entre 35% y 45%, una fuente de proteína vegetal de alta calidad

y 54.05% contenido proteico en chocho desamargado, el cual tiene un bajo índice glucémico, esto significa que su consumo provoca una mínima elevación de la glucemia con su consumo, además de ser una buena fuente de fibra dietética, la cual es capaz de reducir la absorción de glucosa en el intestino delgado, evitando picos de glucemia postprandiales. Asimismo, contiene minerales como calcio, fósforo y hierro, y vitaminas del grupo B. Además, aporta lípidos en forma de ácidos grasos insaturados, lo que favorece una alimentación balanceada.(10).

Los efectos hipoglucemiantes de la *Lupinus mutabilis* se deben a diversos mecanismos. Se ha comprobado que los compuestos bioactivos que contiene, como los polifenoles y flavonoides, tienen propiedades antiinflamatorias. En la Diabetes Mellitus tipo 2, es común la presencia de un estado inflamatorio crónico que contribuye a la resistencia a la insulina. Ante esto, ciertas sustancias del chocho pueden bloquear la producción de citoquinas proinflamatorias y evitar la activación de las vías de señalización que desencadenan la inflamación en el organismo (1).

Diversas investigaciones han demostrado que el *Lupinus mutabilis* posee propiedades hipoglucemiantes al intervenir en múltiples mecanismos relacionados con el metabolismo de la glucosa. Uno de los efectos más destacados es su capacidad para inhibir la actividad de la enzima dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV), una enzima clave en la degradación de las incretinas, las cuales favorecen la secreción de insulina. Esta inhibición permite una mayor acción de las incretinas, contribuyendo así al control de los niveles de glucosa en sangre. También, se ha observado que los componentes bioactivos del chocho pueden suprimir la gluconeogénesis hepática, es decir, la producción de glucosa por el hígado, y a la vez disminuir la resistencia a la insulina, uno de los principales problemas en pacientes con diabetes tipo 2 (1).

En particular, las β -conglutinas, un tipo de proteína presente en las semillas de *Lupinus mutabilis*, han mostrado la capacidad de estimular la expresión de genes clave en la captación de glucosa, como el IRS-1 (sustrato del receptor de insulina tipo 1) y el GLUT-4 (transportador de glucosa tipo 4). Esta regulación al alza del ARNm de ambos genes favorece una mejor señalización de la insulina y un aumento en la captación de glucosa por las células musculares

y adiposas, lo que contribuye directamente a mejorar la sensibilidad a la insulina y a mantener niveles normales de glucemia (1,9).

Además, hidrolizados de proteína de *Lupinus* estimulan la secreción de insulina por parte de la células beta pancreáticas a través de vías dependientes de receptores acoplados a la proteína G, al calcio intracelular y la activación de la vía G α /PLC/PKC. Por lo tanto, los hidrolizados de lupino podrían representar una alternativa nutracéutica prometedora para el tratamiento de la diabetes tipo 2. (11).

Quinoa (*Chenopodium quinoa WilldWilld*): potencial terapéutico en la regulación glucémica

La quinoa o *Chenopodium quinoa Willdwilld* es un pseudocereal reconocido por su rica composición nutricional, con proteínas de alta calidad, polisacáridos, saponinas, flavonoides y polifenoles. Estos compuestos bioactivos contribuyen a sus propiedades beneficiosas para la salud, como sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antihipertensivos e hipolipemiantes (5).

Destaca por ser una fuente completa de proteínas, ya que aporta todos los aminoácidos esenciales, además de contener fibra dietética, ácidos grasos insaturados, minerales y compuestos bioactivos que incluyen polifenoles, flavonoides, saponinas, polisacáridos, péptidos y ecdisona, los cuales mejoran la función metabólica del cuerpo, regulando los niveles de glucemia, disminuyendo los lípidos en sangre y brindando beneficios antioxidantes y antiinflamatorios, siendo una fuente prometedora de péptidos bioactivos con potencial terapéutico en diversas enfermedades crónicas, como la diabetes mellitus tipo 2. (4)

El consumo de quinoa ha demostrado tener efectos hipoglucemiantes a través de múltiples mecanismos, uno de los principales es su bajo índice glucémico, que permite una absorción lenta de carbohidratos, promoviendo una liberación gradual de glucosa en el torrente sanguíneo y evitando picos postprandiales de glucemia, además la fibra soluble que aporta la quinoa también ralentiza el vaciamiento gástrico y mejora la absorción de la glucosa. (5,12)

Los hidrolizados proteínicos, péptidos, sustancias fenólicas, fenoles y flavonoides de la

quinoa pueden inhibir la actividad de enzimas clave en el metabolismo de carbohidratos, como la alfa amilasa y alfa glucosidasa, lo que que retrasa la absorción de carbohidratos complejos y la posterior liberación de glucosa. (4,7,13,14)

Este estudio investigó el efecto del malteado de quinoa (proceso que incluye remojo, germinación y secado) sobre la liberación de péptidos bioactivos capaces de inhibir la enzima dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV), un blanco terapéutico importante en el tratamiento de la diabetes tipo 2 (DM2). La DPP-IV degrada incretinas como el GLP-1 y GIP, que estimulan la liberación de insulina, por lo que su inhibición favorece el control glucémico. También demostró que la quinoa malteada digerida produce mayor inhibición de DPP-IV y mayor concentración de péptidos bioactivos en comparación con la quinoa sin maltear. La duración de la germinación fue el factor más determinante en la eficacia inhibitoria. Mediante técnicas de proteómica avanzada (UHPLC-MS/MS) se identificaron siete péptidos inhibidores específicos (APF, HI, HL, RI, RL, IR y LR), y se cuantificaron con precisión. Los autores concluyen que el malteado controlado puede ser una estrategia efectiva para enriquecer la quinoa con péptidos bioactivos útiles en el tratamiento complementario de la diabetes tipo 2, ofreciendo una alternativa natural y segura frente a los inhibidores sintéticos como los gliptinas, que presentan efectos secundarios (7).

Otro compuesto de la quinoa de relevancia han sido las sapogeninas, las cuales tienen el potencial de interactuar eficazmente con el sitio ADaM de las isoformas musculares de AMPK, especialmente la AMPK- $\alpha 2\beta 2\gamma 1$, la principal enzima reguladora de la glucosa sanguínea mediante una vía independiente de la insulina. En particular, el Ácido Serjánico muestra una alta afinidad por esta isoforma, destacando la importancia del residuo $\beta 2D111$ para la especificidad de esta interacción. Dado que la activación de AMPK en el músculo esquelético promueve la captación de glucosa y mejora el metabolismo energético, las sapogeninas de la quinoa podrían contribuir al control glucémico en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2, en quienes la resistencia a la insulina dificulta el manejo tradicional.(13).

Además, los péptidos bioactivos de la quinoa pueden activar la vía de señalización

PI3K/AKT en el tejido muscular, lo que es crucial para la captación y utilización de glucosa estimulada por la insulina. Esto implica la disminución de la fosforilación de IRS-1 (Ser307) y el aumento de la fosforilación de PI3K (Tyr458), AKT (Ser473) y GSK3- β (Ser9) (5,7).

Su acción a nivel de las funciones de las células beta pancreáticas sigue en estudio pero se ha demostrado que compuestos de la quinoa protegen y mejoran su funcionalidad celular, lo que lleva a un aumento en la secreción de insulina plasmática y reduce la carga de secreción de insulina sobre el páncreas. Los ácidos grasos poliinsaturados ω -3 (ω -3 PUFA) también contribuyen a aumentar la actividad de las células B de los islotes (5,14)

Un estudio en ratones db/db con dieta basada en quinoa demostró efectos beneficiosos sobre la diabetes tipo 2, destacando la mejora en la vía de señalización de insulina mediante la activación de PI3K/Akt y aumento en la translocación de GLUT4, favoreciendo el transporte de glucosa. Además, la quinoa protegió la función de las células beta pancreáticas, aumentando la secreción de insulina y reduciendo la sobrecarga del páncreas. Los ácidos grasos poliinsaturados ω -3 también mejoraron la actividad de los islotes. Se observaron mejoras metabólicas y cambios positivos en la microbiota intestinal (14).

Otros enfoques derivados del estudio de la quinoa han brindado información importante como, que extractos obtenidos de la semilla de la quinoa poseen propiedades antidiabéticas, antioxidantes y neuro protectoras, tal como lo demuestran estudios preclínicos en modelos animales (15). De forma complementaria, el extracto acuoso de semillas de quinoa ha logrado reducir significativamente los niveles de glucemia y mejorar el estado histológico del hígado en ratas diabéticas inducidas con estreptozotocina, lo que sugiere un posible efecto protector hepático (16).

El mecanismo y los efectos antidiabéticos observados se relacionan con la modulación de la microbiota intestinal y la inhibición de vías de señalización asociadas al gusto, como los receptores TAS1R3 y TRPM5 en el colon, lo que influiría en la percepción del dulzor y el metabolismo de la glucosa. Estos beneficios se atribuyen a la acción conjunta de diversos compuestos bioactivos presentes en la quinoa, entre ellos polifenoles, saponinas, péptidos

bioactivos y polisacáridos que ejercen efectos multifuncionales a nivel celular y sistémico (6)

En un estudio realizado por la Universidad Nacional de Huamanga evaluó el efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* WilldWilld. La muestra se recogió en Acocro, Ayacucho. El análisis fitoquímico mostró presencia de azúcares reductores, fenoles, taninos, saponinas y aminoácidos. En un modelo animal con hiperglucemia inducida por aloxano, se compararon 10 grupos incluyendo controles y diferentes dosis del extracto (125, 250 y 500 mg/kg) de las variedades amarilla y negra. La dosis de 500 mg/kg mostró una eficacia hipoglucemiante del 57,43% (amarilla) y 52,02% (negra), similar a la glibenclamida (56,72%) pero menor que la insulina (72,94%) ($p < 0,05$). El área bajo la curva también fue significativa a esta dosis. La conclusión de este estudio fue que el extracto de ambas variedades de quinoa germinada tiene un efecto hipoglucemiante efectivo en el modelo animal (17).

Otras investigaciones recientes destacan el potencial de la quinoa para prevenir la obesidad y el síndrome metabólico, principalmente gracias a su influencia en la microbiota intestinal y el eje intestino-cerebro-hígado, reguladores cruciales de la salud metabólica. El consumo de quinoa altera significativamente la composición de la microbiota intestinal, favoreciendo bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y *Prevotellaceae*, a la vez que reduce bacterias dañinas como *Blautia* y *Desulfovibrio*. Estos cambios mejoran la diversidad y el equilibrio microbianos, contrarrestando la disbiosis asociada con la obesidad y el síndrome metabólico (12).

Los polisacáridos bioactivos de la quinoa, como el arabglicano y la pectina, contribuyen a esta modulación al promover el crecimiento de microbios beneficiosos para la salud y aumentar la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), lo que mejora la integridad de la barrera intestinal y reduce la inflamación sistémica. Además, las saponinas de la quinoa pueden ejercer efectos prebióticos, fortaleciendo la resiliencia y las funciones metabólicas de la microbiota intestinal (5).

Estos péptidos además tienen un impacto en el eje intestino-cerebro-hígado a través de

distintos mecanismos. La quinoa influye en el eje intestino-cerebro-hígado a través de múltiples mecanismos. Al aumentar la cantidad de bacterias beneficiosas como Akkermansia, la quinoa eleva los niveles de butirato, lo que ayuda a mantener la integridad de la barrera hematoencefálica (BHE) y a reducir la neuroinflamación. Esta modulación favorece la regulación central del equilibrio energético y el apetito. Además, la quinoa regula positivamente receptores clave como TGR5 y GLP-1 en el colon, el hígado y el cerebro, que participan en la homeostasis de la glucosa, el gasto energético y las respuestas antiinflamatorias. La activación de TGR5 por los componentes de la quinoa mejora la secreción de GLP-1, lo que promueve la sensibilidad a la insulina y la saciedad, mientras que la regulación negativa de marcadores inflamatorios como TLR4 reduce el estrés del RE y la inflamación sistémica, protegiendo aún más contra las alteraciones metabólicas (18)

Amaranto (*Amaranthus spp.*): compuestos bioactivos y efectos antidiabéticos

El amaranto, un pseudocereal cultivado globalmente en más de 60 especies, se distingue por su alto valor nutricional, gracias a su riqueza en macronutrientes, micronutrientes y aminoácidos esenciales. En los últimos años, diversas investigaciones han evidenciado que sus fitocompuestos y extractos presentan múltiples beneficios para la salud, entre ellos, efectos antidiabéticos, reducción del colesterol plasmático, disminución de la presión arterial, y protección frente al estrés oxidativo y la inflamación (19).

Diversos estudios, tanto *in silico* como *in vitro*, han identificado péptidos derivados del amaranto con actividades que pueden contribuir al control glucémico y la prevención de complicaciones asociadas a la DM2 (20). Entre los mecanismos de acción más relevantes se encuentran:

Los péptidos bioactivos derivados del amaranto, han demostrado tener la capacidad para inhibir en enzimas clave como la ECA (Enzima convertidora de angiotensina), la dipeptidil peptidasa IV y la alfa-amilasa pancreática. Un péptido, en particular, mostró una inhibición 66,41 % mayor de la actividad de la alfa-amilasa en estudios *in vitro*. Además, estos péptidos también reducen la actividad de la 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA reductasa en aproximadamente un 40 a

45 %, enzima necesaria para la síntesis de colesterol, con este rango de alcance se refuerza su utilidad como agente hipocolesterolémico de origen natural, además estudios recientes han demostrado que el consumo de amaranto puede reducir los niveles de colesterol en sangre, triglicéridos, LDL y VLDL en pacientes diabéticos con sobrepeso (4,19)

Algunos de sus péptidos muestran la capacidad para inhibir la dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV), una enzima que degrada las incretinas (GLP-1 y GIP). La inhibición de DPP-IV prolonga la acción de las incretinas, favoreciendo la secreción de insulina y reduciendo la glucemia, otro mecanismo en el que actúan es activando el receptor de insulina o influyendo en las vías de señalización como PI3K/AKT y ERK1/2, promoviendo mayor sensibilidad a la insulina (20,21).

El amaranto en grano se caracteriza por su elevado contenido de almidón, que representa entre el 50 y 60 % de su peso seco. Este tipo de carbohidrato se digiere lentamente, lo que contribuye a una liberación gradual de glucosa en el organismo y, por tanto, ayuda a prevenir aumentos bruscos en los niveles de azúcar en sangre (23).

Tabla 1. Resumen de estudios incluidos en la revisión sistemática sobre efectos antidiabéticos de péptidos bioactivos andinos (2020–2025)

Alimento	Estudios (Autor, Año)	Tipo de evidencia	Principales hallazgos antidiabéticos
Chocho	Lisintuña & Cevallos (2023); Abarca & Cateriano (2023); Tapadia et al. (2019); Llerena (2022)	Ensayos clínicos, animales, in vitro, revisión	Reducción de glucosa, estimulación de secreción de insulina, efecto hipoglucemiante in vivo, beneficios nutricionales
Quinoa	Zheng et al. (2023); Kröber et al. (2024); Wang et al. (2022, 2023); Martínez-Oliva et al. (2023); Li et al. (2025); Ayoub et al. (2024); Azzane et al. (2022); Pérez Fernández (2024); Reyes-Bautista et al. (2023); Zhang & Li (2024)	Modelos animales, in vitro, in silico, revisiones	Activación de AMPK, inhibición de DPP-IV, mejora en señalización insulínica, modulación de microbiota, reducción glucémica y efecto preventivo en obesidad
Amaranto	Xu et al. (2023);	Ensayos	Reducción de glucosa en

	Hernández-Rodríguez (2023); Reyes-Bautista et al. (2023); J Med Food (2024); Ochoa Ocaña et al. (2022); Indian J Pharm Sci (2023)	clínicos, revisiones, intervención alimentaria	humanos, propiedades hipoglucemiantes, apoyo terapéutico y funcional como coadyuvante en DM2
General / Relacionado	Kayama et al. (2020)	Revisión conceptual	Interacción entre microbiota intestinal, sistema inmune y metabolismo en DM2

Nota. Los estudios están agrupados por alimento, tipo de evidencia y mecanismos antidiabéticos reportados. Esta tabla resume los hallazgos clave de 22 artículos seleccionados en la revisión sistemática.

Diversos estudios clínicos han evidenciado que el amaranto en grano, especialmente en forma de polvo hipoglucémico, actúa como coadyuvante eficaz en el tratamiento de DM2. consumo regular favorece la regulación de la glucemia y del perfil lipídico, además de mejorar la sensibilidad a la insulina mediante la disminución de la resistencia (HOMA-IR) y el aumento de la función de las células β pancreáticas (HOMA- β). Este efecto se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos como polifenoles y puerarina, los cuales poseen propiedades antioxidantes capaces de reducir marcadores de estrés oxidativo como malondialdehído (MDA) y especies reactivas de oxígeno (ROS), al tiempo que incrementan la actividad de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px). Asimismo, el amaranto contribuye a preservar la función mitocondrial, proteger las células β de los islotes pancreáticos y mejorar la señalización del calcio intracelular, lo que resulta en una mejor síntesis y secreción de insulina. A largo plazo, su uso también se asocia con la reducción del riesgo de complicaciones vasculares, renales y neurológicas sin aumentar los efectos adversos, posicionándose como una alternativa segura y prometedora en el manejo integral de la DM2 (22).

Conclusiones

Los estudios revisados confirman que el microbiota intestinal cumple funciones bioquímicas esenciales que afectan directamente el metabolismo energético, la inmunomodulación y la inflamación sistémica. Metabolitos clave como los SCFAs, LPS y TMAO actúan como mediadores entre el microbiota y diversos órganos blancos, contribuyendo a la progresión de enfermedades como la obesidad, la diabetes tipo 2 y la enfermedad cardiovascular. La evidencia también respalda el uso de intervenciones terapéuticas para modular favorablemente la composición y actividad del microbiota intestinal, siendo la dieta, los probióticos y los simbióticos enfoques con mayor respaldo científico. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la individualización de las intervenciones y la necesidad de estudios clínicos más robustos que validen su eficacia. En este contexto, la modulación del microbiota intestinal representa una estrategia prometedora e integradora para enfrentar la carga global de las ECNT.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a la Dirección de Investigación y Desarrollo DIDE de la Universidad Técnica de Ambato, por el financiamiento, a través del proyecto titulado: “Revalorización de alimentos andinos a través de la bioprospección de péptidos bioactivos obtenidos tras su fermentación”.

Referencias bibliográficas

- Lisintuña Gancino MN, Cevallos Bonilla VM. Reducción de los niveles de glucosa en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mediante el consumo de *Lupinus mutabilis* (chocho andino). *Polo del Conocimiento. Revista Científico - Profesional*. 2023;8(7):67–83.
- Xu W, Du Y, Xiao M, Luo Q, Wen X. Analysis of the effect of grain amaranth hypoglycemic powder in type 2 diabetes mellitus. *Indian J Pharm Sci*. 2023;83(6):25–31.
- Hernández-Rodríguez J. Uso del amaranto y su utilidad en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus. *Rev Ciencias Médicas [Internet]*. 2023 [citado 19 Jun 2025]; 27 . Disponible en: <https://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5931>
- Reyes-Bautista R, Barajas-Segoviano M, Flores-Sierra JJ, Hernández-Mendoza G, Xoca-Orozco LA, Reyes-Bautista R, et al. Biopéptidos derivados de los pseudocereales: amaranto, quinoa, chía y trigo sarraceno. *TIP Rev Esp Cienc Quím Biol*. 2023;26(1):1–17.
- Zhang H, Li R. Effects of quinoa on cardiovascular disease and diabetes: a review. *Front Nutr*. 2024;11:1470834. doi:10.3389/fnut.2024.1470834
- Zheng C, An T, Liang Z, Lv B, Liu Y, Hu X, et al. Revealing the mechanism of quinoa on type 2 diabetes based on intestinal flora and taste pathways. *Food Sci Nutr*. 2023;11(12):7930–45.
- Kröber TDU, Holzer M, Kerpes R, Mittermeier-Kleßinger VK, Dawid C, Becker T. Enrichment and quantitation of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides in quinoa upon systematic malting. *J Agric Food Chem*. 2024;72(20):11480–92.
- Wang W, Yang W, Dai Y, Liu J, Chen ZY. Production of food-derived bioactive peptides with potential application in the management of diabetes and obesity: a review. *J Agric Food Chem*. 2023;71(15):5917–43.
- Abarca Escalante VY, Cateriano Concha YC. Evaluación del efecto hipoglucemiante de *Lupinus Mutabilis* «Tarwi» en animales de experimentación con diabetes tipo II inducida con estreptozotocina. 25 de mayo de 2023 [citado 19 de junio de 2025]; Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12676>
- Llerena L. Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Rev Qual*. 2022;24(24):66–75.
- Tapadia M, Carlessi R, Johnson S, Utikar R, Newsholme P. Lupin seed hydrolysate promotes G-protein-coupled receptor, intracellular Ca²⁺ and enhanced glycolytic metabolism-mediated insulin secretion from BRIN-BD11 pancreatic beta cells. *Mol Cell Endocrinol*. 2019;480:83–96.
- Wang TY, Tao SY, Wu YX, An T, Lv BH, Liu JX, et al. Quinoa reduces high-fat diet-induced obesity in mice via potential microbiota-gut-brain-liver interaction mechanisms. *Microbiol Spectr*. 2022;10(3):e00329-22.
-

- Martinez-Oliva Brenda Gisela, Bello-Kopa Dayana Pamela, Grados-Torrez Ricardo Enrique. Sapogeninas de *Chenopodium quinoa* WilldWilld como activadores potenciales de AMPK β 2 para la homeostasis independiente de insulina. *Gac Med Bol* [Internet]. 2023 [citado 2025 Jun 19] ; 46(1): 6-13. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662023000100006&lng=es. Epub 01-Jun-2023. <https://doi.org/10.47993/gmb.v46i1.612>.
- Li L, Hu X, Sun X, Wei X, Zhang H, Wang P. La quinoa alivia los síntomas diabéticos de los ratones db/db al regular positivamente la señalización de la insulina y modular la composición de la microbiota intestinal. *J Funct Foods*. 2025;128:106813.
- Ayoub R, Mayara B, Goncalves JE, Ueda N. Aplicaciones biotecnológicas, nutricionales y terapéuticas de la quinoa (*Chenopodium quinoa* WilldWilld.) y sus subproductos: una revisión de los hallazgos de los últimos cinco años. *Nutrients*. 2024;16(6):840.
- Azzane A, Amssayef A, Eddouks M. *Chenopodium quinoa* Willd exhibits antihyperglycemic activity in streptozotocin-induced diabetic rats. *Eur J Pharmacol*. 2022;20:125-132. Disponible en: <https://www.eurekaselect.com/article/117297>
- Perez Fernandez SU. Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* WilldWilld. “quinoa”. Ayacucho 2022. 2024 [citado 19 de junio de 2025]; Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6994>
- Kayama H, Okumura R, Takeda K. Interaction between the microbiota, epithelia, and immune cells in the intestine. *Annu Rev Immunol*. 2020;38:23-48.
- Therapeutic effects of amaranth: analysis of the antidiabetic potential of the plant.** *J Med Food*. 2024;27(3):279–86. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2022.0159>
- Hernández-Rodríguez A. Uso del amaranto y su utilidad en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus. *Rev Cienc Méd Pinar Río* [Internet]. 2023 [citado 2025 jun 19]. Disponible en: <https://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5931>
- Ochoa Ocaña MA, López Sánchez EA, Manzo Avalos ME, Flores Anaya SM, Alaniz Ibarra F. Resultados de la aplicación de un programa de intervención alimentaria con amaranto en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 de Sahuayo, Michoacán, México. *Rev Chicomoztoc*. 2022;4(8):47.
- Analysis of the effect of grain amaranth hypoglycemic powder in type 2 diabetes mellitus. *Indian J Pharm Sci* [Internet]. 2023 [citado 2025 jun 19]. Disponible en: <https://www.ijpsonline.com/articles/analysis-of-the-effect-of-grain-amaranth-hypoglycemic-powder-in-type-2-diabetes-mellitus-5180.html>