Advances in Sciences & Innovation

Advances in Sciences & Innovation, Revista Científica
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma
https://revistas.unaat.edu.pe/index.php/RU
Volumen 5 / Número 1
ISSN: 2961-2012
https://doi.org/10.61210/asi.v5i1.270

Efecto de la pectina sobre la regulación de la glucosa y el perfil lipídico: una revisión sistemática

Effect of pectin on glucose regulation and lipid profile: a systematic review

Echevarria Victorio Jimmy Pablo
jechevarria@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-1629-2082
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Malpartida Yapias Rafael Julian
rmalpartida@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-2222-4879
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Teran Hilares Felix
fteran@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-8188-9539
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Montalvo Morales Kenny Ruben
kmontalvo@unaat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0003-4403-4360
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

RESUMEN

La pectina es un polisacárido soluble presente principalmente en las paredes celulares de frutas y otros tejidos vegetales, cuyo interés como ingrediente funcional se relaciona con sus propiedades fisicoquímicas, capacidad de formar estructuras viscosas y fermentabilidad por el microbiota intestinal. El objetivo de esta revisión sistemática es analizar la evidencia científica disponible sobre el efecto de la pectina en la regulación de la glucosa y el perfil lipídico en seres humanos. La búsqueda bibliográfica deberá realizarse en bases de datos científicas especializadas, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science y ScienceDirect, empleando combinaciones de los términos “pectin”, “blood glucose”, “glycemic response”, “cholesterol”, “LDL-cholesterol”, “lipid profile” y “human intervention”. Se considerarán estudios de intervención en seres humanos que evalúen la administración o consumo de pectina y reporten resultados relacionados con glucosa, respuesta glucémica, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL o triglicéridos. La evidencia disponible indica que los efectos metabólicos de la pectina pueden depender de características estructurales como el grado de esterificación, peso molecular, viscosidad, solubilidad y capacidad de formación de gel. Los mecanismos propuestos incluyen el retraso del vaciamiento gástrico y de la absorción de glucosa, la modificación de la fermentación colónica y

la producción de ácidos grasos de cadena corta, así como la interferencia con la reabsorción de ácidos biliares. Sin embargo, los resultados de los estudios humanos no son completamente uniformes, por lo que la caracterización fisicoquímica de la pectina y la estandarización de las dosis constituyen aspectos fundamentales para interpretar sus efectos. La pectina presenta potencial como ingrediente funcional, aunque se requieren estudios clínicos mejor estandarizados para establecer con mayor precisión sus efectos sobre la glucemia y el metabolismo lipídico.

Palabras clave: pectina; fibra soluble; glucosa sanguínea; colesterol LDL; perfil lipídico; alimento funcional.

ABSTRACT

Pectin is a soluble polysaccharide primarily found in the cell walls of fruits and other plant tissues. Its interest as a functional ingredient is associated with its physicochemical properties, its ability to form viscous structures, and its fermentability by the intestinal microbiota. The objective of this systematic review is to analyze the available scientific evidence on the effect of pectin on glucose regulation and lipid profile in humans. The literature search should be conducted in specialized scientific databases, including PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and the Cochrane Library, using combinations of the terms “pectin,” “blood glucose,” “glycemic response,” “cholesterol,” “LDL-cholesterol,” “lipid profile,” and “human intervention.” Human intervention studies evaluating the administration or consumption of pectin and reporting outcomes related to glucose, glycemic response, total cholesterol, LDL cholesterol, HDL cholesterol, or triglycerides will be considered. Available evidence indicates that the metabolic effects of pectin may depend on structural characteristics such as degree of esterification, molecular weight, viscosity, solubility, and gel-forming capacity. Proposed mechanisms include delayed gastric emptying and glucose absorption, modulation of colonic fermentation and short-chain fatty acid production, as well as interference with bile acid reabsorption. However, the results of human studies are not completely consistent; therefore, the physicochemical characterization of pectin and dose standardization are essential aspects for interpreting its effects. Pectin shows potential as a functional ingredient; however, better-standardized clinical studies are required to establish its effects on glycemic control and lipid metabolism more precisely.

Keywords: pectin; soluble fiber; blood glucose; LDL cholesterol; lipid profile; functional food.

1. INTRODUCCIÓN

Las alteraciones metabólicas relacionadas con la hiperglucemia, la diabetes mellitus y las dislipidemias constituyen un importante problema de salud pública debido a su estrecha relación con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y otras complicaciones crónicas. La diabetes, caracterizada por una alteración en la regulación de la glucosa sanguínea, ha experimentado un incremento considerable a nivel mundial, pasando de aproximadamente 200 millones de personas afectadas en 1990 a 830 millones en 2022. Además, la hiperglucemia sostenida puede ocasionar daños progresivos en los vasos sanguíneos y órganos, incrementando el riesgo de infarto de miocardio y accidente cerebrovascular (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). Paralelamente, las enfermedades cardiovasculares continúan representando la principal causa de mortalidad a nivel mundial, con aproximadamente 19,8 millones de defunciones registradas en 2022, por lo que la prevención y el control de factores metabólicos modificables constituyen prioridades de salud pública (OMS, 2025).

En este contexto, la regulación de la glucosa y el control del perfil lipídico constituyen componentes esenciales de las estrategias de prevención de enfermedades metabólicas y cardiovasculares. La elevación persistente de la glucosa sanguínea puede generar alteraciones vasculares y metabólicas, mientras que la concentración elevada de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) se reconoce como un factor asociado al desarrollo de aterosclerosis y enfermedad cardiovascular. Por esta razón, las intervenciones nutricionales orientadas a mejorar la respuesta glucémica y reducir concentraciones desfavorables de lípidos sanguíneos han adquirido especial relevancia. Entre estas estrategias, el consumo de fibra dietaria soluble ha despertado un creciente interés debido a su capacidad para modificar las propiedades fisicoquímicas del contenido gastrointestinal y ejercer efectos sobre el metabolismo de los carbohidratos y los lípidos (Brown et al., 1999; Ghavami et al., 2023).

La pectina es un polisacárido complejo de origen vegetal que forma parte de la estructura de las paredes celulares de diversos frutos y vegetales. Debido a su naturaleza de fibra dietaria soluble, su capacidad de hidratación, viscosidad y fermentabilidad, ha sido estudiada como un posible ingrediente funcional con efectos fisiológicos sobre la respuesta glucémica, el metabolismo lipídico y la salud intestinal. Sin embargo, la pectina no constituye un compuesto homogéneo, ya que sus propiedades pueden variar de acuerdo con su origen botánico, composición molecular, peso molecular, grado de esterificación, grado de ramificación, solubilidad, viscosidad y capacidad de formación de gel. Estas diferencias estructurales pueden influir significativamente en la manera en que la pectina interactúa con el tracto gastrointestinal y, en consecuencia, en sus posibles efectos metabólicos (Weber et al., 2025).

En relación con la regulación de la glucosa, se ha propuesto que la pectina puede modificar la respuesta glucémica mediante el aumento de la viscosidad del contenido gastrointestinal y la alteración de la velocidad de digestión y absorción de los nutrientes. En un ensayo clínico realizado en voluntarios sanos, la administración de pectina modificó el patrón de vaciamiento gástrico de la porción final de la comida, aunque no produjo diferencias significativas en las concentraciones de glucosa sanguínea frente al placebo (Iftikhar et al., 1994). Este resultado evidencia que los efectos de la pectina sobre la glucemia pueden no ser uniformes y que la modificación del vaciamiento gástrico no necesariamente se traduce en una reducción significativa de la glucosa sanguínea. En una revisión de estudios de intervención en humanos, la regulación de la glucosa posprandial fue identificada como una de las principales áreas de investigación relacionadas con la

pectina; sin embargo, los resultados dependieron de factores como la dosis, la duración de la intervención, la fuente de la pectina y sus propiedades fisicoquímicas (Weber et al., 2025).

La relación entre la pectina y el metabolismo lipídico también ha sido evaluada en diversos estudios de intervención. Una de las principales hipótesis fisiológicas plantea que las fibras solubles pueden contribuir a disminuir el colesterol mediante la interferencia con la reabsorción intestinal de ácidos biliares, favoreciendo su eliminación fecal y estimulando la utilización hepática del colesterol para la síntesis de nuevos ácidos biliares. Asimismo, la fermentación de la fibra soluble por la microbiota intestinal puede generar ácidos grasos de cadena corta que participan en diferentes procesos relacionados con la homeostasis metabólica (Gunness & Gidley, 2010). En un metaanálisis de 67 ensayos controlados, el consumo de fibras solubles, incluida la pectina, se asoció con reducciones pequeñas pero estadísticamente significativas del colesterol total y del colesterol LDL, aunque los efectos sobre los triglicéridos y el colesterol HDL no fueron significativos (Brown et al., 1999).

La evidencia específica sobre pectina y colesterol LDL también ha mostrado resultados variables. En un ensayo clínico realizado en personas con hipercolesterolemia leve a moderada, una dieta que incorporó un cereal enriquecido con pectina produjo una reducción adicional del colesterol LDL, aunque el efecto fue menor que el observado con un cereal enriquecido con psyllium (Jenkins et al., 1990). Asimismo, un estudio realizado en personas con hipercolesterolemia evaluó una mezcla de fibra soluble que incluía pectina y reportó reducciones sostenidas del colesterol total y del LDL-C durante seis meses de intervención (Jensen et al., 1997). Sin embargo, otros estudios han mostrado que la administración aislada de pectina no siempre modifica significativamente las concentraciones de lípidos séricos en personas normolipidémicas, lo que sugiere que el estado metabólico inicial de los participantes puede influir en la magnitud de la respuesta (Kay & Truswell, 1988). En consecuencia, el efecto de la pectina sobre el perfil lipídico debe interpretarse considerando la dosis administrada, el tipo de pectina, la duración de la intervención y las características metabólicas de la población estudiada.

La microbiota intestinal constituye otro mecanismo potencial mediante el cual la pectina podría influir en la salud metabólica. Debido a que la pectina no es digerida completamente por las enzimas humanas, puede ser utilizada y fermentada por microorganismos intestinales, generando ácidos grasos de cadena corta y modificando potencialmente la composición y actividad de determinadas comunidades bacterianas. Elshahed et al. (2021) señalaron que la pectina puede actuar como sustrato para la microbiota intestinal y que su fermentación puede contribuir a la producción de metabolitos con posibles efectos sobre la homeostasis intestinal y metabólica. Asimismo, una revisión sistemática de estudios de fermentación in vitro indicó que los sustratos pécticos son fermentados por la microbiota intestinal y pueden favorecer la producción de acetato y la modificación de determinados grupos bacterianos, aunque la respuesta depende de características estructurales como el grado de esterificación, el peso molecular y la proporción entre dominios de homogalacturonano y ramnogalacturonano (Gao et al., 2022).

No obstante, la evidencia sobre la capacidad de la pectina para modificar directamente la microbiota intestinal en seres humanos continúa siendo heterogénea. En un ensayo clínico aleatorizado realizado en adultos jóvenes y personas mayores, la suplementación con 15 g diarios de pectina de remolacha azucarera durante cuatro semanas produjo diferencias en la abundancia relativa de algunos géneros bacterianos, aunque los perfiles globales de microbiota fecal y de ácidos grasos de cadena corta fueron relativamente

similares entre los grupos estudiados (Kjølbæk et al., 2019). Estos resultados ponen de manifiesto que el efecto de la pectina sobre la microbiota puede depender de la edad, la composición microbiana basal, la fuente de pectina y la duración de la intervención.

La evidencia científica reciente confirma que los efectos fisiológicos de la pectina deben analizarse considerando la relación entre su estructura y su función. Una revisión de estudios de intervención humana identificó 134 estudios realizados entre 1961 y 2022 y clasificó sus efectos en diferentes categorías, entre ellas salud intestinal, respuesta glucémica, apetito y metabolismo de las grasas. Los autores señalaron que la regulación de la glucosa posprandial y el mantenimiento del colesterol sanguíneo constituyen dos de las principales áreas de investigación sobre los efectos nutricionales de la pectina, pero también destacaron la necesidad de describir con mayor precisión las propiedades fisicoquímicas y moleculares de la pectina para establecer relaciones más sólidas entre sus características estructurales y sus efectos sobre la salud (Weber et al., 2025).

Por tanto, aunque la pectina presenta un potencial considerable como ingrediente funcional y como componente de estrategias nutricionales orientadas a mejorar la salud metabólica, la evidencia científica disponible no permite asumir que todas las pectinas producen los mismos efectos sobre la glucosa y los lípidos sanguíneos. La variabilidad en la fuente de obtención, la composición química, el grado de esterificación, el peso molecular, la viscosidad, la dosis y la duración de la intervención dificulta la comparación directa entre estudios. En consecuencia, resulta necesario realizar una revisión sistemática que integre y analice críticamente la evidencia disponible sobre el efecto de la pectina en la regulación de la glucosa y el perfil lipídico, considerando tanto los resultados observados en estudios de intervención como los mecanismos fisiológicos propuestos. En este sentido, el objetivo de la presente revisión es analizar la evidencia científica disponible sobre el efecto del consumo o administración de pectina en la regulación de la glucosa y el perfil lipídico en seres humanos.

1.1 Naturaleza y alcance del problema

El problema abordado se centra en la heterogeneidad de los efectos metabólicos atribuidos a la pectina en seres humanos. Aunque se han descrito mecanismos relacionados con la viscosidad gastrointestinal, el vaciamiento gástrico, la absorción de glucosa, la fermentación colónica y la circulación de ácidos biliares, los estudios incluidos en el manuscrito no muestran respuestas uniformes. La variabilidad en la fuente de pectina, sus características fisicoquímicas, la dosis, la duración de la intervención y el estado metabólico de los participantes dificulta establecer una respuesta única para la glucosa y el perfil lipídico. Por ello, la revisión busca integrar críticamente los estudios de intervención humana disponibles y diferenciar los mecanismos propuestos de los efectos clínicos efectivamente observados.

1.2 Justificación

La realización de una revisión sistemática sobre el efecto de la pectina en la regulación de la glucosa y el perfil lipídico se justifica por el creciente interés en las fibras dietarias solubles como componentes de alimentos funcionales y por la existencia de resultados heterogéneos en la literatura científica. Aunque se han propuesto mecanismos relacionados con la viscosidad gastrointestinal, la modificación de la absorción de nutrientes, la fermentación por la microbiota intestinal y la excreción de ácidos biliares, los efectos observados dependen de factores como la fuente, el grado de esterificación, el peso molecular, la viscosidad,

la dosis y la duración de la intervención (Gunness & Gidley, 2010; Elshahed et al., 2021). Asimismo, los estudios disponibles han reportado resultados variables sobre la respuesta glucémica, el colesterol LDL y otros parámetros lipídicos (Brown et al., 1999; Iftikhar et al., 1994; Ghavami et al., 2023). Por ello, resulta necesario integrar y evaluar críticamente la evidencia disponible para determinar la consistencia de los efectos metabólicos atribuidos a la pectina, identificar las principales fuentes de variabilidad y establecer los vacíos de conocimiento que orienten futuras investigaciones clínicas y agroindustriales. Esta revisión también puede contribuir al desarrollo de ingredientes funcionales a partir de fuentes vegetales y subproductos agroindustriales, fortaleciendo la valorización de recursos y la innovación en el sector alimentario (Weber et al., 2025).

1.3 Objetivo

Evaluar el efecto del consumo de pectina sobre la regulación de la glucosa y el perfil lipídico en seres humanos, analizando la influencia de sus propiedades fisicoquímicas y la dosis administrada en la variabilidad de los resultados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Diseño del estudio

Se propone realizar una revisión sistemática de la literatura científica siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 para la identificación, selección, evaluación y síntesis de estudios científicos.

2.2 Pregunta de investigación

La pregunta de investigación se formuló mediante la estrategia PICOS:

¿Cuál es el efecto del consumo o administración de pectina sobre la regulación de la glucosa y el perfil lipídico en seres humanos?

2.3 Estrategia PICOS

Tabla 1
Estrategia PICOS

Elemento	Descripción
P – Población	Seres humanos adultos
I – Intervención	Consumo o suplementación con pectina
C – Comparación	Placebo, dieta control o ausencia de suplementación
O – Resultados	Glucosa, respuesta glucémica, insulina, colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos
S – Diseño	Ensayos clínicos, estudios de intervención y estudios controlados

2.4 Criterios de elegibilidad

De acuerdo con la estrategia PICOS del manuscrito, se consideraron seres humanos adultos expuestos al consumo o suplementación con pectina, comparados con placebo, dieta control o ausencia de suplementación. Los desenlaces de interés fueron glucosa, respuesta glucémica, insulina, colesterol total, LDL-C, HDL-C y triglicéridos; y los diseños considerados fueron ensayos clínicos, estudios de intervención y estudios controlados.

2.5 Fuentes de información y estrategia de búsqueda

El manuscrito establece como fuentes PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect y Cochrane Library, con combinaciones de los términos "pectin", "blood glucose", "glycemic response", "cholesterol", "LDL-cholesterol", "lipid profile" y "human intervention". El archivo original no registra las fechas exactas de búsqueda, las ecuaciones completas por base de datos ni el número de resultados recuperados; por tanto, estos datos no se completan con valores supuestos y deben incorporarse desde la bitácora real de búsqueda antes del envío editorial.

2.6 Proceso de selección de estudios

La selección de estudios constó de la identificación de registros, eliminación de duplicados, revisión de títulos y resúmenes, evaluación a texto completo e inclusión final. Los conteos de cada etapa se detallan de forma exacta en la sección de resultados.

2.7 Síntesis y análisis de la evidencia

La información disponible se organizó mediante síntesis narrativa y tablas descriptivas, debido a la heterogeneidad de diseños, poblaciones, fuentes de pectina, dosis, duración y desenlaces consignados en la matriz. No se realizó metaanálisis ni se calcularon porcentajes globales de respuesta porque la matriz contiene múltiples datos no reportados (NR), intervenciones no directamente comparables y registros que requieren depuración. Presentar estimaciones cuantitativas en estas condiciones podría generar conclusiones no sustentadas.

2.8 Variables de extracción

Para cada estudio se consideraron las variables ya definidas en el manuscrito: autor y año, país, diseño, participantes y edad, estado metabólico, fuente o tipo de pectina, dosis y duración, control, glucosa o insulina, colesterol total, LDL-C, HDL-C, triglicéridos, principales resultados y limitaciones.

Tabla 2
Matriz de extracción de los estudios

N.°	Autor y año	País	Diseño	Participantes / edad	Estado metabólico	Fuente/tipo de pectina	Dosis y duración	Control	Glucosa / insulina	CT / LDL / HDL / TG	Principales resultados	Limitaciones
1	Durrington et al. (1976)	Reino Unido	Intervención no aleatorizada	n=12; 22–45 años	Sanos	Pectina; tipo NR	12 g/día; 3 semanas	Basal	Glucosa NR; insulina NR	CT ↓; LDL ↓; HDL NR; TG sin cambio claro	Reducción significativa de CT y LDL	Muestra pequeña; intervención corta
2	Miettinen & Tarpila (1977)	Finlandia	Intervención metabólica	Adultos normo e hiperlipidémicos; n y edad NR	Normolipidémicos e hiperlipidémicos	Pectina; tipo NR	NR	Comparación entre grupos	NR	Colesterol sérico y ácidos biliares evaluados	Analizó la relación entre pectina, colesterol y excreción biliar	Datos incompletos en resumen
3	Jenkins et al. (1978)	Reino Unido	Ensayo de intervención	Adultos; n y edad NR	Personas con alteración de tolerancia a glucosa	Pectina y otras fibras viscosas	NR	Fibras/control	Respuesta glucémica evaluada	NR	La viscosidad fue relacionada con la tolerancia a la glucosa	Intervención con diferentes fibras
4	Jenkins et al. (1979)	Reino Unido	Ensayo de intervención	Adultos; n y edad NR	Adultos con hipercolesterolemia	Fibras dietarias, incluida pectina	NR	Dieta/control	NR	Colesterol evaluado	El efecto hipocolesterolémico no se explicó únicamente por el aumento del volumen fecal	Pectina no siempre aislada
5	Cummings et al. (1979)	Reino Unido	Estudio de intervención metabólica	Adultos; n y edad NR	Adultos sanos	Pectina	NR	Control	Glucosa NR; insulina NR	Lípidos NR	Evaluó digestión de pectina y efectos gastrointestinales	No fue diseñado principalmente para perfil lipídico
6	Vaaler et al. (1980)	Noruega	Ensayo de intervención	Diabéticos insulinodependientes; n y edad NR	Diabetes tipo 1	Diferentes fibras, incluida pectina	NR	Comparación entre fibras	Glucosa posprandial evaluada	Lípidos NR	Comparó efectos de fibras sobre la glucosa posprandial	Pectina no fue la única fibra
7	Judd & Truswell (1982)	Australia	Ensayo de intervención	n=10 adultos jóvenes sanos	Sanos	Pectina de alto y bajo metoxilo	15 g; periodo de intervención NR	Comparación entre tipos	Glucosa NR; insulina NR	CT ↓; HDL y TG sin cambios	Ambos tipos redujeron el colesterol total	Muestra pequeña
8	Fleming et al. (1983)	Estados Unidos	Intervención dietaria	Hombres adultos; n y edad NR	Sanos	Dietas ricas en fibra incluida pectina	NR	Dieta control	Glucosa NR; insulina NR	Lípidos NR	Evaluó fermentación y metabolismo de fibra	No aisló completamente el efecto de la pectina
9	Williams et al. (1980)	Reino Unido	Intervención clínica	Personas con diabetes; n y edad NR	Diabetes	Desayuno suplementado con fibra/pectina	NR	Desayuno convencional	Respuesta glucémica evaluada	Lípidos NR	Evaluó el efecto de la fibra sobre la respuesta glucémica	Información de dosis requiere texto completo
10	Gardner et al. (1984)	Estados Unidos	Ensayo clínico	Personas con diabetes; n y edad NR	Diabetes	Pectina	NR	Dieta/control	Control glucémico evaluado	Lípidos NR	Analizó el efecto de la pectina sobre el control glucémico	Datos completos deben extraerse del texto completo
11	Holt et al. (1979)	Reino Unido	Ensayo de intervención aguda	Adultos; n y edad NR	Sanos	Fibra gelificante con pectina	Dosis NR; intervención aguda	Control	Absorción de glucosa evaluada	Lípidos NR	La fibra gelificante modificó el vaciamiento gástrico y la absorción de glucosa	Intervención aguda
12	Vargo et al. (1985)	Estados Unidos	Intervención dietaria	Adultos; n y edad NR	Adultos sanos	Pectina cítrica	Dosis NR	Control	Glucosa NR	Colesterol evaluado	Evaluó cambios en flora bacteriana y colesterol sérico	Datos metabólicos secundarios
13	Di Lorenzo et al. (1988)	Estados Unidos	Ensayo de intervención	Personas con obesidad; n y edad NR	Obesidad	Pectina	Dosis NR; aguda	Control	Glucosa NR; insulina NR	Lípidos NR	La pectina retrasó el vaciamiento gástrico	No evaluó principalmente lípidos

N.º	Autor y año	País	Diseño	Participantes / edad	Estado metabólico	Fuente/tipo de pectina	Dosis y duración	Control	Glucosa / insulina	CT / LDL / HDL / TG	Principales resultados	Limitaciones
14	Kay & Truswell (1988)	Australia	Ensayo de intervención	Adultos; n y edad NR	Normolipidémicos	Pectina, celulosa y lignina	NR	Comparación entre fibras	Glucosa NR	Perfil lipídico evaluado	Comparó los efectos de componentes de fibra sobre lípidos séricos	Efecto de la pectina no completamente aislado
15	Fuse et al. (1989)	Japón	Estudio de intervención fisiológica	Humanos y modelo experimental	Humanos sanos	Pectina	NR	Control	Absorción de glucosa evaluada	Lípidos NR	Evaluó absorción de glucosa y ácidos grasos y la capa de agua no agitada	Incluye componente experimental no humano
16	Durrington et al. (1976)	Reino Unido	Intervención clínica	n=12; 22–45 años	Sanos	Pectina	12 g/día; 3 semanas	Basal	Glucosa NR	CT y LDL ↓; TG sin cambio claro	Reducción de colesterol total y LDL	Muestra pequeña y sin grupo paralelo
17	Andersen et al. (1989)	Dinamarca	Ensayo clínico	Pacientes con síndrome de dumping; n y edad NR	Alteración gastrointestinal posquirúrgica	Muffins enriquecidos con pectina	NR	Control	Glucosa posprandial relacionada con síntomas	Lípidos NR	Evaluó síntomas y vaciamiento gástrico	Población clínica específica
18	Jenkins et al. (1977)	Reino Unido	Ensayo clínico	Pacientes con cirugía gástrica	Síndrome posgastrectomía	Pectina	NR	Control	Hipoglucemia posprandial evaluada	Lípidos NR	La pectina fue estudiada para prevenir hipoglucemia posprandial	Población específica
19	Iftikhar et al. (1994)	Reino Unido	Ensayo controlado	Voluntarios sanos; n y edad NR	Sanos	Pectina	Dosis NR; aguda	Placebo	Glucosa sanguínea evaluada	Lípidos NR	Modificó el vaciamiento gástrico, sin diferencias significativas claras en glucosa frente a placebo	Intervención aguda
20	Sanaka et al. (2007)	Japón	Ensayo cruzado	Voluntarios sanos; n y edad NR	Sanos	Pectina	Dosis NR; aguda	Agar/control	Glucosa posprandial e insulina evaluadas	Lípidos NR	Evaluó el efecto de pectina sobre vaciamiento gástrico y perfiles glucémicos	Intervención aguda
21	Schwab et al. (2006)	Finlandia	Aleatorizado, doble ciego, paralelo	66 completaron; adultos de mediana edad	Metabolismo glucídico anormal	Pectina de remolacha azucarera	Bebida con pectina; 12 semanas	Control y polidextrosa	Glucosa en ayunas, HbA1c y glucosa posprandial	HDL ↑; CT/LDL/TG evaluados	La glucosa en ayunas no cambió con pectina; HDL aumentó	Submuestra para prueba posprandial
22	Brouns et al. (2012)	Países Bajos/Europa	Ensayo de intervención	Hombres y mujeres con hipercolesterolemia leve	Hipercolesterolemia leve	Diferentes tipos de pectina	Dosis y duración según grupo	Comparación entre pectinas	Glucosa NR	Perfil lipídico evaluado	Comparó el efecto hipocolesterolémico de diferentes pectinas	Diferencias estructurales entre productos
23	Kjølbæk et al. (2019)	Dinamarca	Ensayo aleatorizado	Adultos jóvenes y adultos mayores	Sanos	Pectina de remolacha azucarera	15 g/día; 4 semanas	Control	Glucosa/insulina NR	Lípidos NR	Evaluó microbiota, barrera intestinal y fermentación	No fue diseñado principalmente para lípidos
24	Wilms et al. (2019)	Países Bajos	Ensayo de intervención	Adultos jóvenes y mayores	Sanos	Pectina de remolacha azucarera	Intervención de 4 semanas	Control	Glucosa NR	Lípidos NR	Evaluó función de la barrera intestinal	Resultados metabólicos no fueron el desenlace principal
25	An et al. (2019)	Países Bajos	Ensayo de intervención	Adultos jóvenes y adultos mayores	Sanos	Pectina de remolacha azucarera	15 g/día; 4 semanas	Control	Glucosa NR	Lípidos NR	No modificó de manera importante los perfiles globales de microbiota fecal	Duración corta y población sana

Nota. NR = no reportado. Se conserva la información registrada en la matriz original; no se imputaron valores ausentes.

3. RESULTADOS

3.1 Proceso de búsqueda y selección

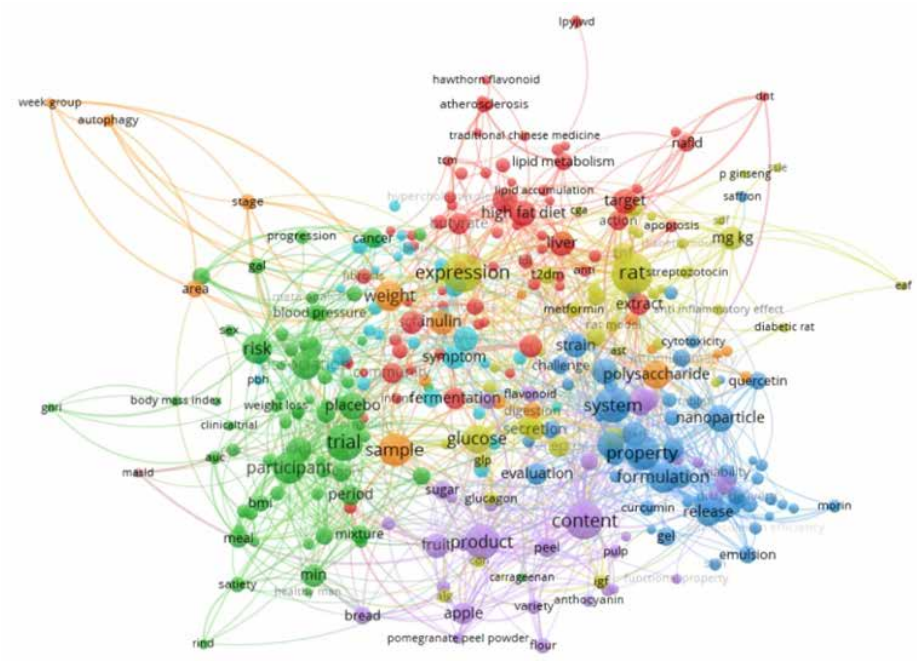
La matriz de extracción del manuscrito reúne 25 registros numerados. Sin embargo, el archivo no documenta el número inicial de referencias recuperadas, duplicados eliminados, registros examinados ni textos completos excluidos. Además, la matriz requiere depuración antes de establecer el número definitivo de estudios únicos. Por esta razón, el diagrama PRISMA debe completarse con la bitácora real de búsqueda y selección y no con cifras estimadas.

3.2 Análisis bibliométrico y co-ocurrencia de términos clave

El análisis de co-ocurrencia de términos clave mediante VOSviewer (Figura 1) demuestra la alta coherencia metodológica de la presente revisión, estructurando la literatura científica recuperada en tres ejes conceptuales interconectados que responden directamente a la estrategia PICOS. Por un lado, en el sector inferior y derecho se consolidan los términos relacionados con la intervención y su naturaleza fisicoquímica a través de nodos como "polysaccharide", "apple", "peel" y "pulp", los cuales representan de forma implícita a la pectina; estos se vinculan fuertemente en la región central con los desenlaces metabólicos de interés mediante palabras clave como "glucose", "insulin" y "lipid metabolism". Finalmente, este entramado metabólico conecta directamente hacia el flanco izquierdo con el bloque metodológico de la investigación, evidenciado por la prominencia de nodos como "trial", "placebo", "participant" y "clinical trial", lo que justifica y valida la viabilidad de esta revisión sistemática al demostrar que la evidencia actual vincula directamente el consumo de este polisacárido con la modulación glucémica y lipídica en humanos.

Figura 1

Diseño Metodológico para el Estudio Bibliométrico de la Producción Científica sobre la Alcachofa:



3.2 Características generales de los estudios incluidos

Los estudios incluidos presentaron una marcada heterogeneidad metodológica en cuanto al diseño, tamaño de muestra, fuente de la pectina, dosis y duración de las intervenciones. La evidencia estuvo constituida principalmente por ensayos clínicos y estudios de intervención realizados en adultos sanos o con alteraciones metabólicas. Las fuentes de pectina incluyeron principalmente derivados de remolacha azucarera, cítricos y otras fuentes vegetales. La duración de las intervenciones osciló entre exposiciones agudas y periodos prolongados, lo que dificulta la comparación directa de los resultados.

La heterogeneidad en las propiedades fisicoquímicas de la pectina es particularmente relevante, debido a que el grado de esterificación, el peso molecular, la viscosidad y la estructura de la fibra pueden modificar sus efectos fisiológicos y metabólicos.

Tabla 3
Características metodológicas registradas en la matriz de extracción

Autor/año	País	Diseño	Participantes / edad	Estado metabólico	Fuente/tipo de pectina	Dosis y duración
Durrington et al. (1976)	Reino Unido	Intervención no aleatorizada	n=12; 22–45 años	Sanos	Pectina; tipo NR	12 g/día; 3 semanas
Miettinen & Tarpila (1977)	Finlandia	Intervención metabólica	Adultos normo e hiperlipidémicos; n y edad NR	Normolipidémicos e hiperlipidémicos	Pectina; tipo NR	NR
Jenkins et al. (1978)	Reino Unido	Ensayo de intervención	Adultos; n y edad NR	Personas con alteración de tolerancia a glucosa	Pectina y otras fibras viscosas	NR
Jenkins et al. (1979)	Reino Unido	Ensayo de intervención	Adultos; n y edad NR	Adultos con hipercolesterolemia	Fibras dietarias, incluida pectina	NR
Cummings et al. (1979)	Reino Unido	Estudio de intervención metabólica	Adultos; n y edad NR	Adultos sanos	Pectina	NR
Vaaler et al. (1980)	Noruega	Ensayo de intervención	Diabéticos insulinodependientes; n y edad NR	Diabetes tipo 1	Diferentes fibras, incluida pectina	NR
Judd & Truswell (1982)	Australia	Ensayo de intervención	n=10 adultos jóvenes sanos	Sanos	Pectina de alto y bajo metoxilo	15 g; periodo de intervención NR
Fleming et al. (1983)	Estados Unidos	Intervención dietaria	Hombres adultos; n y edad NR	Sanos	Dietas ricas en fibra incluida pectina	NR
Williams et al. (1980)	Reino Unido	Intervención clínica	Personas con diabetes; n y edad NR	Diabetes	Desayuno suplementado con fibra/pectina	NR
Gardner et al. (1984)	Estados Unidos	Ensayo clínico	Personas con diabetes; n y edad NR	Diabetes	Pectina	NR
Holt et al. (1979)	Reino Unido	Ensayo de intervención aguda	Adultos; n y edad NR	Sanos	Fibra gelificante con pectina	Dosis NR; intervención aguda
Vargo et al. (1985)	Estados Unidos	Intervención dietaria	Adultos; n y edad NR	Adultos sanos	Pectina cítrica	Dosis NR
Di Lorenzo et al. (1988)	Estados Unidos	Ensayo de intervención	Personas con obesidad; n y edad NR	Obesidad	Pectina	Dosis NR; aguda
Kay & Truswell (1988)	Australia	Ensayo de intervención	Adultos; n y edad NR	Normolipidémicos	Pectina, celulosa y lignina	NR
Fuse et al. (1989)	Japón	Estudio de intervención fisiológica	Humanos y modelo experimental	Humanos sanos	Pectina	NR
Durrington et al. (1976)	Reino Unido	Intervención clínica	n=12; 22–45 años	Sanos	Pectina	12 g/día; 3 semanas
Andersen et al. (1989)	Dinamarca	Ensayo clínico	Pacientes con síndrome de dumping; n y edad NR	Alteración gastrointestinal posquirúrgica	Muffins enriquecidos con pectina	NR
Jenkins et al. (1977)	Reino Unido	Ensayo clínico	Pacientes con cirugía gástrica	Síndrome posgastrectomía	Pectina	NR
Iftikhar et al. (1994)	Reino Unido	Ensayo controlado	Voluntarios sanos; n y edad NR	Sanos	Pectina	Dosis NR; aguda
Sanaka et al. (2007)	Japón	Ensayo cruzado	Voluntarios sanos; n y edad NR	Sanos	Pectina	Dosis NR; aguda
Schwab et al. (2006)	Finlandia	Aleatorizado, doble ciego, paralelo	66 completaron; adultos de mediana edad	Metabolismo glucídico anormal	Pectina de remolacha azucarera	Bebida con pectina; 12 semanas

3.3 Efecto de la pectina sobre la regulación de la glucosa

Los resultados de los estudios incluidos muestran que el efecto de la pectina sobre la regulación de la glucosa no es completamente uniforme. En algunos estudios, la administración de pectina se relacionó con modificaciones de la respuesta glucémica posprandial, mientras que otros no observaron cambios

significativos en la glucosa en ayunas. Esta variabilidad puede estar relacionada con la dosis, el momento de administración, la viscosidad de la preparación y las características metabólicas de los participantes.

En este sentido, la pectina podría ejercer sus efectos principalmente mediante la modificación de las propiedades físicas del contenido gastrointestinal. La formación de una matriz viscosa puede retardar el contacto entre los nutrientes y las enzimas digestivas, modificar el vaciamiento gástrico y disminuir la velocidad de absorción de la glucosa. Sin embargo, este mecanismo no necesariamente produce una reducción sostenida de la glucemia en todos los individuos, especialmente cuando la intervención es aguda o la dosis de pectina es baja.

Tabla 4

Estudios de la matriz con evaluación de indicadores glucémicos

Autor/año	Tipo de pectina	Dosis/duración	Glucosa/insulina registrada	Resultado principal	Limitaciones
Vaaler et al. (1980)	Diferentes fibras, incluida pectina	NR	Glucosa posprandial evaluada	Comparó efectos de fibras sobre la glucosa posprandial	Pectina no fue la única fibra
Holt et al. (1979)	Fibra gelificante con pectina	Dosis NR; intervención aguda	Absorción de glucosa evaluada	La fibra gelificante modificó el vaciamiento gástrico y la absorción de glucosa	Intervención aguda
Vargo et al. (1985)	Pectina cítrica	Dosis NR	Glucosa NR	Evaluó cambios en flora bacteriana y colesterol sérico	Datos metabólicos secundarios
Kay & Truswell (1988)	Pectina, celulosa y lignina	NR	Glucosa NR	Comparó los efectos de componentes de fibra sobre lípidos séricos	Efecto de la pectina no completamente aislado
Fuse et al. (1989)	Pectina	NR	Absorción de glucosa evaluada	Evaluó absorción de glucosa y ácidos grasos y la capa de agua no agitada	Incluye componente experimental no humano
Durrington et al. (1976)	Pectina	12 g/día; 3 semanas	Glucosa NR	Reducción de colesterol total y LDL	Muestra pequeña y sin grupo paralelo
Andersen et al. (1989)	Muffins enriquecidos con pectina	NR	Glucosa posprandial relacionada con síntomas	Evaluó síntomas y vaciamiento gástrico	Población clínica específica
Jenkins et al. (1977)	Pectina	NR	Hipoglucemia posprandial evaluada	La pectina fue estudiada para prevenir hipoglucemia posprandial	Población específica
Iftikhar et al. (1994)	Pectina	Dosis NR; aguda	Glucosa sanguínea evaluada	Modificó el vaciamiento gástrico, sin diferencias significativas claras en glucosa frente a placebo	Intervención aguda
Sanaka et al. (2007)	Pectina	Dosis NR; aguda	Glucosa posprandial e insulina evaluadas	Evaluó el efecto de pectina sobre vaciamiento gástrico y perfiles glucémicos	Intervención aguda
Schwab et al. (2006)	Pectina de remolacha azucarera	Bebida con pectina; 12 semanas	Glucosa en ayunas, HbA1c y glucosa posprandial	La glucosa en ayunas no cambió con pectina; HDL aumentó	Submuestra para prueba posprandial
Brouns et al. (2012)	Diferentes tipos de pectina	Dosis y duración según grupo	Glucosa NR	Comparó el efecto hipocolesterolémico de diferentes pectinas	Diferencias estructurales entre productos
Kjølbæk et al. (2019)	Pectina de remolacha azucarera	15 g/día; 4 semanas	Glucosa/insulina NR	Evaluó microbiota, barrera intestinal y fermentación	No fue diseñado principalmente para lípidos
Wilms et al. (2019)	Pectina de remolacha azucarera	Intervención de 4 semanas	Glucosa NR	Evaluó función de la barrera intestinal	Resultados metabólicos no fueron el desenlace principal
An et al. (2019)	Pectina de remolacha azucarera	15 g/día; 4 semanas	Glucosa NR	No modificó de manera importante los perfiles globales de microbiota fecal	Duración corta y población sana

Nota. No se asignó dirección de efecto cuando la matriz solo indica que una variable fue evaluada.

La matriz permite identificar evaluaciones de respuesta glucémica, glucosa posprandial, glucosa en ayunas, absorción de glucosa e insulina, pero en varios registros no se consignan magnitudes, medidas de dispersión ni significación estadística. Por ello, los resultados se interpretan de forma cualitativa. En Iftikhar et al. (1994), por ejemplo, se registró modificación del vaciamiento gástrico sin diferencias significativas claras en glucosa frente a placebo; en Schwab et al. (2006), la glucosa en ayunas no cambió con pectina. Estos hallazgos respaldan la heterogeneidad señalada en el manuscrito y no justifican calcular una proporción global de "respuesta favorable" con los datos actuales.

3.4 Efecto sobre el perfil lipídico

La evidencia disponible sugiere que el efecto más consistente de la pectina sobre el perfil lipídico se relaciona con la reducción del colesterol total y del colesterol LDL. Sin embargo, la magnitud de la respuesta no fue uniforme entre los estudios. Algunos ensayos observaron disminuciones significativas de estos parámetros, mientras que otros no encontraron cambios estadísticamente significativos. Esta variabilidad puede atribuirse a diferencias en el tipo de pectina, la dosis, la duración de la intervención y el estado metabólico inicial de los participantes.

El posible efecto hipocolesterolémico de la pectina podría relacionarse con su capacidad para modificar la circulación enterohepática de los ácidos biliares. La fermentación de la fibra y la producción de metabolitos microbianos también podrían participar en la regulación del metabolismo hepático de los lípidos. No obstante, la evidencia no permite afirmar que la pectina produzca una modificación uniforme de todos los componentes del perfil lipídico.

Tabla 5

Estudios de la matriz con evaluación del perfil lipídico

Autor/año	CT / LDL-C / HDL-C / TG registrados	Resultado principal	Limitaciones
Durrington et al. (1976)	CT ↓; LDL ↓; HDL NR; TG sin cambio claro	Reducción significativa de CT y LDL	Muestra pequeña; intervención corta
Miettinen & Tarpila (1977)	Colesterol sérico y ácidos biliares evaluados	Analizó la relación entre pectina, colesterol y excreción biliar	Datos incompletos en resumen
Jenkins et al. (1979)	Colesterol evaluado	El efecto hipocolesterolémico no se explicó únicamente por el aumento del volumen fecal	Pectina no siempre aislada
Judd & Truswell (1982)	CT ↓; HDL y TG sin cambios	Ambos tipos redujeron el colesterol total	Muestra pequeña
Vargo et al. (1985)	Colesterol evaluado	Evaluó cambios en flora bacteriana y colesterol sérico	Datos metabólicos secundarios
Kay & Truswell (1988)	Perfil lipídico evaluado	Comparó los efectos de componentes de fibra sobre lípidos séricos	Efecto de la pectina no completamente aislado
Durrington et al. (1976)	CT y LDL ↓; TG sin cambio claro	Reducción de colesterol total y LDL	Muestra pequeña y sin grupo paralelo
Schwab et al. (2006)	HDL ↑; CT/LDL/TG evaluados	La glucosa en ayunas no cambió con pectina; HDL aumentó	Submuestra para prueba posprandial
Brouns et al. (2012)	Perfil lipídico evaluado	Comparó el efecto hipocolesterolémico de diferentes pectinas	Diferencias estructurales entre productos

Nota. Se conserva la formulación registrada en la matriz; no se añadieron valores cuantitativos ausentes.

Los resultados explícitos de la matriz muestran reducciones de colesterol total y LDL-C en Durrington et al. (1976), reducción de colesterol total sin cambios en HDL-C y triglicéridos en Judd y Truswell (1982), y aumento de HDL-C con ausencia de cambio en glucosa en ayunas en Schwab et al. (2006). Otros registros señalan que el perfil lipídico fue evaluado, pero no incluyen en la matriz la magnitud o dirección

completa del efecto. Por ello, no se presentan porcentajes ni pruebas estadísticas no disponibles en las fuentes extraídas.

3.5 Comparación entre la glucosa y el perfil lipídico

Al comparar los efectos sobre la regulación de la glucosa y el perfil lipídico, se observa que la evidencia parece ser más consistente para determinados parámetros lipídicos, particularmente el colesterol total y el LDL-C, que para la glucosa en ayunas. En el caso de la glucosa, los resultados parecen depender en mayor medida del momento de evaluación y de la relación entre la pectina y la comida consumida. Por el contrario, los efectos sobre el metabolismo lipídico podrían requerir intervenciones de mayor duración para manifestarse de forma detectable.

Los porcentajes que figuraban como ejemplo en el documento original no se presentan como resultados, porque el propio manuscrito indica que solo deben calcularse después de completar la extracción definitiva. Con la información actualmente consignada, la comparación debe mantenerse cualitativa hasta depurar los registros y recuperar los datos faltantes de los textos completos.

3.6 Influencia de la dosis y duración de la intervención

La dosis y la duración de la intervención parecen constituir factores determinantes en la respuesta metabólica. Las intervenciones agudas pueden modificar principalmente la respuesta posprandial mediante mecanismos físicos relacionados con la viscosidad, mientras que los efectos sobre el perfil lipídico podrían requerir una exposición más prolongada. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de los estudios disponibles, no es posible establecer una dosis óptima universal de pectina.

Tabla 6

Dosis y duración explícitamente consignadas en la matriz

Autor/año	Dosis y duración	Variable/área evaluada	Resultado registrado
Durrington et al. (1976)	12 g/día; 3 semanas	Glucosa NR; insulina NR; CT ↓; LDL ↓; HDL NR; TG sin cambio claro	Reducción significativa de CT y LDL
Judd & Truswell (1982)	15 g; periodo de intervención NR	Glucosa NR; insulina NR; CT ↓; HDL y TG sin cambios	Ambos tipos redujeron el colesterol total
Holt et al. (1979)	Dosis NR; intervención aguda	Absorción de glucosa evaluada; Lípidos NR	La fibra gelificante modificó el vaciamiento gástrico y la absorción de glucosa
Vargo et al. (1985)	Dosis NR	Glucosa NR; Colesterol evaluado	Evaluó cambios en flora bacteriana y colesterol sérico
Di Lorenzo et al. (1988)	Dosis NR; aguda	Glucosa NR; insulina NR; Lípidos NR	La pectina retrasó el vaciamiento gástrico
Durrington et al. (1976)	12 g/día; 3 semanas	Glucosa NR; CT y LDL ↓; TG sin cambio claro	Reducción de colesterol total y LDL
Iftikhar et al. (1994)	Dosis NR; aguda	Glucosa sanguínea evaluada; Lípidos NR	Modificó el vaciamiento gástrico, sin diferencias significativas claras en glucosa frente a placebo
Sanaka et al. (2007)	Dosis NR; aguda	Glucosa posprandial e insulina evaluadas; Lípidos NR	Evaluó el efecto de pectina sobre vaciamiento gástrico y perfiles glucémicos
Schwab et al. (2006)	Bebida con pectina; 12 semanas	Glucosa en ayunas, HbA1c y glucosa posprandial; HDL ↑; CT/LDL/TG evaluados	La glucosa en ayunas no cambió con pectina; HDL aumentó
Brouns et al. (2012)	Dosis y duración según grupo	Glucosa NR; Perfil lipídico evaluado	Comparó el efecto hipocolesterolémico de diferentes pectinas
Kjølbæk et al. (2019)	15 g/día; 4 semanas	Glucosa/insulina NR; Lípidos NR	Evaluó microbiota, barrera intestinal y fermentación
Wilms et al. (2019)	Intervención de 4 semanas	Glucosa NR; Lípidos NR	Evaluó función de la barrera intestinal
An et al. (2019)	15 g/día; 4 semanas	Glucosa NR; Lípidos NR	No modificó de manera importante los perfiles globales de microbiota fecal

Nota. Solo se incluyen dosis o duraciones que aparecen expresamente en la matriz original.

3.7 Influencia de la fuente y tipo de pectina

La discusión debe señalar que no se debe considerar a la pectina como un compuesto único, ya que sus propiedades dependen de su origen vegetal y de los métodos de extracción y procesamiento.

Tabla 7

Fuentes y tipos de pectina registrados en la matriz

Fuente/tipo consignado	Estudios de la matriz
Pectina; tipo NR	Durrington et al. (1976); Miettinen & Tarpila (1977)
Pectina y otras fibras viscosas	Jenkins et al. (1978)
Fibras dietarias, incluida pectina	Jenkins et al. (1979)
Pectina	Cummings et al. (1979); Gardner et al. (1984); Di Lorenzo et al. (1988); Fuse et al. (1989); Durrington et al. (1976); Jenkins et al. (1977); Iftikhar et al. (1994); Sanaka et al. (2007)
Diferentes fibras, incluida pectina	Vaaler et al. (1980)
Pectina de alto y bajo metoxilo	Judd & Truswell (1982)
Dietas ricas en fibra incluida pectina	Fleming et al. (1983)
Desayuno suplementado con fibra/pectina	Williams et al. (1980)
Fibra gelificante con pectina	Holt et al. (1979)
Pectina cítrica	Vargo et al. (1985)
Pectina, celulosa y lignina	Kay & Truswell (1988)
Muffins enriquecidos con pectina	Andersen et al. (1989)
Pectina de remolacha azucarera	Schwab et al. (2006); Kjølbæk et al. (2019); Wilms et al. (2019); An et al. (2019)
Diferentes tipos de pectina	Brouns et al. (2012)

Nota. No se atribuyen características fisicoquímicas que no estén descritas en la matriz.

3.8 Relación entre pectina, microbiota y metabolismo

La microbiota intestinal constituye uno de los mecanismos propuestos para explicar los efectos metabólicos de la pectina. Su fermentación puede producir metabolitos capaces de interactuar con el metabolismo energético y lipídico del hospedador. Sin embargo, los estudios en humanos no siempre muestran modificaciones consistentes en la composición microbiana, por lo que la relación entre pectina, microbiota y regulación metabólica aún requiere mayor investigación.

La evidencia debe interpretarse distinguiendo entre mecanismo propuesto y efecto clínico demostrado. Los registros de Kjølbæk et al. (2019), Wilms et al. (2019) y An et al. (2019) se orientan principalmente a microbiota, barrera intestinal o fermentación; por ello, no deben utilizarse como prueba directa de reducción de glucosa o lípidos cuando esos desenlaces no fueron el objetivo principal o aparecen como NR en la matriz.

3.9 Limitaciones de la evidencia incluida

La interpretación de los resultados debe realizarse considerando la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos. Las principales limitaciones estuvieron relacionadas con el reducido tamaño muestral de algunos ensayos, la diversidad de fuentes y características fisicoquímicas de la pectina, la variabilidad en las dosis y la duración de las intervenciones y la diferencia en el estado metabólico de los participantes. Asimismo, varios estudios evaluaron únicamente un desenlace metabólico, lo que limita la comparación conjunta de los efectos sobre glucosa y perfil lipídico.

A estas limitaciones se añade la presencia de información NR en diversas variables de la matriz y la necesidad de depurar registros antes de cualquier síntesis cuantitativa. En consecuencia, no se realizó metaanálisis. Este podría plantearse únicamente después de recuperar datos comparables de los textos completos y verificar unidades, poblaciones, tipo de pectina, duración y estadísticas de efecto y dispersión.

4. DISCUSIÓN

En conjunto, la evidencia consignada en el manuscrito sugiere que la respuesta metabólica a la pectina es heterogénea. En el componente glucémico, algunos estudios se enfocaron en mecanismos agudos como el vaciamiento gástrico o la absorción, mientras otros evaluaron glucosa en ayunas o respuesta posprandial. Esta diversidad impide interpretar todos los estudios como si midieran el mismo desenlace. En el componente lipídico, existen registros con reducciones de colesterol total y LDL-C, pero también estudios en los que la pectina no fue evaluada de forma aislada o en los que la matriz no contiene resultados cuantitativos completos.

La variabilidad entre fuentes y tipos de pectina, dosis, duración, diseños y estado metabólico de los participantes constituye un elemento central para explicar las diferencias observadas. Por ello, la interpretación más sólida con la información disponible es una síntesis narrativa estructurada, evitando generalizaciones que excedan los datos extraídos.

Desde el punto de vista de investigación futura, el propio conjunto de estudios muestra la necesidad de caracterizar mejor la pectina utilizada, registrar dosis y duración de manera completa, emplear desenlaces metabólicos comparables y reportar medidas estadísticas suficientes. Estas mejoras permitirían valorar posteriormente la factibilidad de una síntesis cuantitativa.

5. CONCLUSIONES

La evidencia científica disponible indica que la pectina presenta potencial como fibra soluble funcional con posibles efectos sobre la regulación de la glucosa y el perfil lipídico.

Los efectos sobre la glucosa pueden estar relacionados con la capacidad de la pectina para modificar la viscosidad gastrointestinal, retrasar la absorción de nutrientes y alterar la respuesta glucémica posprandial.

En relación con el perfil lipídico, la evidencia disponible sugiere que determinadas preparaciones de pectina pueden contribuir a la disminución del colesterol total y LDL-colesterol mediante mecanismos relacionados con la excreción de ácidos biliares y la fermentación intestinal.

Sin embargo, los resultados no son completamente uniformes y parecen depender de las características estructurales y fisicoquímicas de la pectina, especialmente del grado de esterificación, peso molecular, viscosidad, solubilidad y capacidad de gelificación.

Desde una perspectiva agroindustrial, la pectina constituye un ingrediente funcional con potencial para la formulación de alimentos saludables y la valorización de subproductos frutícolas. Se recomienda desarrollar investigaciones clínicas y tecnológicas que relacionen de forma estandarizada la fuente de pectina, sus propiedades fisicoquímicas, la dosis y los resultados metabólicos.

REFERENCIAS

Brown, L., Rosner, B., Willett, W. W., & Sacks, F. M. (1999). Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: A meta-analysis. The American Journal of Clinical Nutrition, 69(1), 30–42. https://doi.org/10.1093/ajcn/69.1.30

Elshahed, M. S., Miron, A., Aprotosoaie, A. C., & Farag, M. A. (2021). Pectin in diet: Interactions with the human microbiome, role in gut homeostasis, and nutrient-drug interactions. Carbohydrate Polymers, 255, 117388. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117388

Gao, X., et al. (2022). The potential of pectins to modulate the human gut microbiota evaluated by in vitro fermentation: A systematic review. International Journal of Biological Macromolecules. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36079886/

Ghavami, A., Ziaei, R., Talebi, S., Barghchi, H., Nattagh-Eshtivani, E., Moradi, S., Rahbarinejad, P., Mohammadi, H., Ghasemi-Tehrani, H., Marx, W., & Askari, G. (2023). Soluble fiber supplementation and serum lipid profile: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. Advances in Nutrition, 14(3), 465–474. https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.01.005

Gunness, P., & Gidley, M. J. (2010). Mechanisms underlying the cholesterol-lowering properties of soluble dietary fibre polysaccharides. Food & Function, 1(2), 149–155. https://doi.org/10.1039/C0FO00080A

Iftikhar, S. Y., Washington, N., Wilson, C. G., Macdonald, I. A., & Homer-Ward, M. (1994). The effect of pectin on the gastric emptying rates and blood glucose levels after a test meal. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 46(10), 851–853. https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1994.tb03742.x

Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Axelsen, M., Augustin, L. S. A., & Vuksan, V. (2000). Viscous and nonviscous fibres, nonabsorbable and low glycaemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease. Current Opinion in Lipidology, 11(1), 49–56. https://doi.org/10.1097/00041433-200002000-00009

Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Jenkins, A. L., Rao, A. V., Thompson, L. U., Vuksan, V., Spadafora, P., Jenkins, A. L., & Buckley, G. (1990). Cholesterol-lowering effect of soluble-fiber cereal as part of a prudent diet for patients with mild to moderate hypercholesterolemia. The American Journal of Clinical Nutrition, 51(6), 1029–1034.

Jensen, C. D., Haskell, W., & Whittam, J. H. (1997). Long-term effects of water-soluble dietary fiber in the management of hypercholesterolemia in healthy men and women. The American Journal of Cardiology, 79(1), 34–37. https://doi.org/10.1016/S0002-9149(96)00672-8

Kay, R. M., & Truswell, A. S. (1988). The effects of the fiber components pectin, cellulose and lignin on serum cholesterol levels. The American Journal of Clinical Nutrition. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2992264/

Kjølbæk, L., Benítez-Páez, A., Gómez del Pulgar, E. M., Brahe, L. K., Liebisch, G., Matysik, S., Rampelli, S., Genovese, F., Nielsen, D. S., & Astrup, A. (2019). Sugar beet pectin supplementation did not alter profiles of fecal microbiota and exhaled breath in healthy young adults and healthy elderly. Molecular Nutrition & Food Research, 63(18), e1900036. https://doi.org/10.1002/mnfr.201900036

Organización Mundial de la Salud. (2024, 14 de noviembre). Diabetes. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes

Organización Mundial de la Salud. (2025, 31 de julio). Enfermedades cardiovasculares. https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)

Weber, A. M., Pascale, N., Gu, F., Ryan, E. P., & Respondek, F. (2025). Nutrition and health effects of pectin: A systematic scoping review of human intervention studies. Nutrition Research Reviews, 38(1), 306–323. https://doi.org/10.1017/S0954422424000180

Ghavami, A., Ziaei, R., Talebi, S., et al. (2023). Soluble fiber supplementation and serum lipid profile: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. Advances in Nutrition, 14(3), 465–474. https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.01.005

Kjølbæk, L., Benítez-Páez, A., Gómez del Pulgar, E. M., et al. (2019). Sugar beet pectin supplementation did not alter profiles of fecal microbiota and exhaled breath in healthy young adults and healthy elderly. Molecular Nutrition & Food Research, 63(18), e1900036. https://doi.org/10.1002/mnfr.201900036

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2010). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to pectins and reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 786), maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 818) and increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 4692) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal, 8(10), 1747. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1747

Kjølbæk, L., Benítez-Páez, A., Gómez del Pulgar, E. M., Brahe, L. K., Liebisch, G., Matysik, S., Rampelli, S., Genovese, F., Nielsen, D. S., & Astrup, A. (2020). Arabinoxylan and resistant starch increase plasma short-chain fatty acids and affect gut microbiota composition in overweight individuals. The Journal of Nutrition, 150(1), 102–113. https://doi.org/10.1093/jn/nxz242

Mao, G., Ren, Y., Feng, X., Li, Y., Wu, H., & Chen, S. (2025). Nutrition and health effects of pectin: A systematic scoping review of human intervention studies. Nutrition Research Reviews, 38(1), 306–323. https://doi.org/10.1017/S0954422424000180

Mao, G., Ren, Y., Feng, X., Li, Y., Wu, H., & Chen, S. (2022). Metabolic and cardiovascular benefits of apple and apple-derived products: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Frontiers in Nutrition, 9, 766155. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.766155

Sharma, B. R., Naresh, L., Dhuldoya, N. C., Merchant, S. U., & Merchant, U. C. (2006). An overview on pectins. Times Food Processing Journal, 23(2), 44–51.

Stasse-Wolthuis, M., Albers, H. F. F., van Jeveren, J. G. C., Wil de Jong, J., Hautvast, J. G. A. J., Hermus, R. J. J., Katan, M. B., Brydon, W. G., & Eastwood, M. A. (1980). Influence of dietary fiber from vegetables and fruits, bran, and citrus pectin on serum lipids, fecal lipids, and bile acids. The American Journal of Clinical Nutrition, 33(8), 1745–1756. https://doi.org/10.1093/ajcn/33.8.1745

Wei, Z. H., Wang, H., Chen, X. Y., Wang, B. S., Rong, Z. H., Wang, B. S., & Su, B. H. (2009). Time- and dose-dependent effect of psyllium husk on serum lipids in patients with mild-to-moderate hypercholesterolemia: A meta-analysis of controlled clinical trials. European Journal of Clinical Nutrition, 63, 821–827. https://doi.org/10.1038/ejcn.2008.39