



---

# Universidad de Valladolid

Facultad de Medicina

Evaluación de los efectos de la suplementación con probióticos y prebióticos en adultos con sobrepeso u obesidad: Una revisión sistemática

**GRADO EN NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Curso 2023/2024**

**Autora: Eva Gómez Velasco**

**Tutor/a: Raúl Bodas Rodríguez e Irma Caro Canales**

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** El sobrepeso y la obesidad son problemas graves de salud pública, asociados con enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. La microbiota intestinal, una diversa comunidad de microorganismos en el tracto gastrointestinal desempeña un papel crucial en la salud y el metabolismo humano. En esta revisión sistemática se evalúan los efectos de los probióticos, prebióticos y simbióticos en adultos con una edad media de 40 años o más con sobrepeso u obesidad, dado que estos suplementos están emergiendo como herramientas prometedoras para abordar estos desafíos al influir en la composición y actividad de la microbiota intestinal. La modificación de la microbiota intestinal podría, a su vez, afectar otros parámetros metabólicos y de salud, ofreciendo nuevas posibilidades para mejorar la gestión del peso y prevenir enfermedades asociadas.

**OBJETIVO:** Analizar la base científica que respalda los beneficios de los probióticos, prebióticos y simbióticos en adultos con una edad media de 40 años o más que padecen de sobrepeso u obesidad.

**METODOLOGÍA:** Se realiza una revisión sistemática a partir de 13 artículos seleccionados tras la búsqueda en las bases de datos *PubMed*, *ScienceDirect* y *SciELO*.

**RESULTADOS:** La suplementación con probióticos, prebióticos y simbióticos puede influir positivamente en la composición de la microbiota intestinal de adultos con sobrepeso u obesidad, aumentando géneros bacterianos beneficiosos como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, y reduciendo taxones potencialmente perjudiciales como ciertos grupos de Firmicutes. Estos cambios de la microbiota intestinal se asociaron con mejoras en perfiles lipídicos, incluyendo un aumento del colesterol HDL y una disminución del colesterol LDL y triglicéridos. Además, se observaron efectos antiinflamatorios, con reducciones significativas en marcadores como TNF- $\alpha$  e IL-6, lo que podría contribuir a la mejora de la resistencia a la insulina y la salud cardiovascular. Sin embargo, los efectos sobre el peso corporal y el índice de masa corporal encontrados en los estudios clínicos fueron contradictorios, es decir, no siempre mostraron una disminución significativa.

**CONCLUSIONES:** La suplementación con probióticos, prebióticos y simbióticos muestra un potencial significativo para mejorar la salud gastrointestinal y metabólica. Los beneficios observados incluyen un aumento en las especies bacterianas beneficiosas y una reducción en las asociadas con enfermedades, así como mejoras en parámetros metabólicos clave, una disminución en la inflamación y la grasa hepática. A pesar de que los resultados no mostraron una reducción significativa del peso e índice de masa corporal, los efectos positivos en la salud son notables. Sin embargo, se destaca la necesidad de estudios clínicos, a largo plazo para comprender mejor como influye la suplementación con probióticos y prebióticos en los pacientes.

**Palabras clave:** Probiótico, Obesidad, Prebiótico, Simbiótico, Microbiota, Ensayos Clínicos, Humanos, Adultos, Sobrepeso, MeSH.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Overweight and obesity are serious public health issues associated with chronic diseases such as type 2 diabetes and cardiovascular diseases. The gut microbiota, a diverse community of microorganisms in the gastrointestinal tract, plays a crucial role in human health and metabolism. This systematic review evaluates the effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics in adults with an average age of 40 years or older who are overweight or obese, as these supplements are emerging as promising tools to address these challenges by influencing the composition and activity of the gut microbiota. Modifying the gut microbiota could, in turn, affect other metabolic and health parameters, offering new possibilities for improving weight management and preventing associated diseases.

**OBJECTIVE:** Analyzing the scientific basis supporting the benefits of probiotics, prebiotics, and symbiotics in adults with an average age of 40 years or older suffering from overweight or obesity.

**METHODOLOGY:** A systematic review was conducted based on 13 articles selected following a search in the PubMed, ScienceDirect, and SciELO databases.

**RESULTS:** Supplementation with probiotics, prebiotics, and synbiotics can positively influence the composition of the gut microbiota in overweight or obese adults by increasing beneficial bacterial genera such as *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*, and reducing potentially harmful taxa like certain groups of Firmicutes. These changes in the gut microbiota were associated with improvements in lipid profiles, including an increase in HDL cholesterol and a decrease in LDL cholesterol and triglycerides. Additionally, anti-inflammatory effects were observed, with significant reductions in markers such as TNF- $\alpha$  and IL-6, which could contribute to improved insulin resistance and cardiovascular health. However, the effects on body weight and body mass index found in clinical studies were contradictory, meaning they did not always show a significant decrease.

**CONCLUSIONS:** The supplementation with probiotics, prebiotics, and symbiotics shows significant potential for improving gastrointestinal and metabolic health. The observed benefits include an increase in beneficial bacterial species and a reduction in those associated with diseases, as well as improvements in key metabolic parameters and a decrease in inflammation and hepatic fat. Despite variable results in reducing body weight and body mass index, the positive effects on health are notable. However, there is a need for long-term clinical studies to better understand how probiotic and prebiotic supplementation affects patients.

**Keywords:** Probiotic, Obesity, Prebiotic, Synbiotic, Microbiota, Clinicaltrials, Humans, Adults, Overweight, MeSH.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	
RESUMEN .....	2
ABSTRACT.....	3
Abreviaturas.....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
JUSTIFICACIÓN .....	14
OBJETIVOS .....	14
METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	15
RESULTADOS.....	17
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES .....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
Anexos .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje de población adulta con sobrepeso u obesidad en países con gran prevalencia..	7
Figura 2 : Diagrama de flujo de selección de artículos.....	17
Figura 3: Efectos de los probióticos, prebióticos y simbióticos en el sobrepeso y la obesidad: Mejora de biomarcadores mediante la modulación de la microbiota intestinal. ....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Funciones de la microbiota.....	9
Tabla 2 : Estructura PICO en la revisión sistemática. ....	15
Tabla 3 : Criterios de selección del estudio.....	16
Tabla 4 : Características de los estudios.....	20

---

ABREVIATURAS

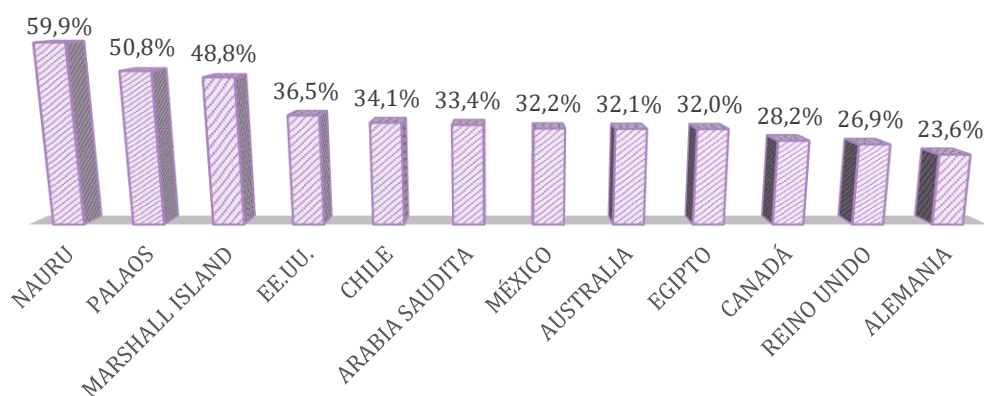
- **AA:** Ácido araquidónico
- **AG n-3:** Ácidos grasos omega-3
- **AG n-6:** Ácidos grasos omega-6
- **EPA:** Ácido eicosapentaenoico
- **F/B:** Relación Firmicutes/Bacteroidota
- **Fe:** Hierro
- **FOS:** Fructooligosacáridos
- **GLP-1:** Péptido similar al glucagón 1
- **GOS:** Galactooligosacáridos
- **HDL:** Lipoproteína de Alta Densidad
- **HbA1c:** Hemoglobina A1c
- **HOMA-IR:** Modelo de Evaluación de la Homeostasis de la Resistencia a la Insulina
- **hs-CRP:** Proteína C-Reactiva de Alta Sensibilidad
- **IL-6:** Interleucina-6
- **IMC:** Índice de Masa Corporal
- **IR:** Resistencia a la Insulina
- **LDL:** Lipoproteína de Baja Densidad
- **LPS:** Lipopolisacáridos
- **MetS:** Síndrome Metabólico
- **NAFLD:** Enfermedad del Hígado Graso No Alcohólico
- **PYY:** Péptido YY
- **SCFA:** Ácidos grasos de cadena corta
- **TGOS:** Trans-galactooligosacáridos
- **TNF- $\alpha$ :** Factor de Necrosis Tumoral Alfa
- **UFC:** Unidades Formadoras de Colonias
- **VLDL:** Lipoproteína de Muy Baja Densidad

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud, el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (Organización Mundial de la Salud, 2024).

La obesidad, definida por un Índice de Masa Corporal igual o superior a 30 kg/m<sup>2</sup> en adultos, afectaba al 43% de la población adulta a nivel mundial en el 2022 (OMS, 2024). Este problema continúa en aumento en el 2024, con consecuencias significativas para la salud pública. En España, casi el 40% de los adultos tienen sobrepeso, mientras que más del 20% sufren de obesidad, con diferencias mínimas entre hombres y mujeres. Así mismo, se estima que para el año 2030 en España habrá más de 27 millones de adultos con exceso de peso, si las tendencias actuales persisten (OMS, 2024).

**Figura 1: Porcentaje de población adulta con sobrepeso u obesidad en países con gran prevalencia.**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la "Global Obesity Observatory"

La obesidad, es un problema de salud importante en cualquier etapa de la vida, sin embargo, cabe resaltar que después de los 40 años, puede acortar la esperanza de vida hasta en siete años, debido a que incrementa la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes, diversos tipos de cáncer, problemas respiratorios y trastornos osteoarticulares (Sandoya et al., 2007). Además de estas enfermedades, la obesidad produce desequilibrios metabólicos, inflamación crónica y estrés oxidativo, aumentando significativamente la probabilidad de desarrollar un incremento de morbilidad y mortalidad (Sandoya et al., 2007) y un impacto en la salud, la convierten en un gran desafío para la salud pública.

Para enfrentar el problema de la obesidad de manera efectiva, es fundamental implementar una estrategia integral que combine la educación, el fomento de la actividad física, la regulación del marketing alimentario y la comprensión de los factores hormonales. Estos componentes deben coordinarse de manera unificada para enfrentar eficazmente este desafío de salud pública.

Recientemente, se ha considerado que la microbiota intestinal juega un rol importante en el sobrepeso y la obesidad. Algunos estudios sugieren que existen diferencias significativas en la población microbiana entre personas con peso normal y aquellas con obesidad. Las personas obesas suelen presentar una microbiota intestinal con menor diversidad y una proporción desequilibrada de bacterias, mostrando una proporción más alta de Firmicutes y una proporción más baja de Bacteroidota en comparación con los individuos de peso normal. Estos desequilibrios podrían estar relacionados con una mayor capacidad para extraer energía de la dieta y una mayor inflamación metabólica, factores que potencialmente contribuyen al desarrollo y mantenimiento de la obesidad (Larsen et al., 2013; Asadi et al., 2022; Fontané et al., 2018).

### **Microbiota intestinal: características, funciones y evolución a lo largo de la vida.**

La microbiota intestinal es una comunidad compleja de microorganismos que residen en el tracto gastrointestinal. A finales del siglo pasado, se creía que la microbiota intestinal estaba compuesta por entre 500 y 1000 especies microbianas. Sin embargo, estudios más recientes, realizados con técnicas de biología molecular, han determinado que está formada por entre 15.000 y más de 35.000 especies, dependiendo del método utilizado (Guillot, 2017).

En la actualidad, se reconocen cuatro divisiones o phyla como constituyentes principales de la microbiota intestinal: Firmicutes (gram positivos), Bacteroidota (gram negativos), Actinobacterias (gram positivos) y Protobacterias (gram negativos). Aunque los hongos y Archaea también pueden estar presentes, su población representa solo alrededor del 1% del total (Guillot, 2017). Los mencionados phyla son esenciales para el equilibrio y salud del sistema gastrointestinal (ver Tabla 1).

El tipo de microorganismo, su composición y el contenido microbiano del tracto gastrointestinal experimenta cambios a lo largo de las diferentes etapas de la vida. Desde los primeros días de vida, durante los cuales el microbioma de los bebés está principalmente compuesto por *bifidobacterias* (phylum Actinobacteria), cambia considerablemente con la edad. Factores como el tipo de parto o la lactancia materna influyen significativamente en la composición del microbioma durante el desarrollo. En los niños mayores, se observa una disminución de las bacterias de los phyla Proteobacteria y Actinobacteria, y un aumento de las bacterias de los phyla Firmicutes y Bacteroidota (Álvarez et al., 2021). Además, también la funcionalidad del microbioma evoluciona con la edad, pasando de bacterias implicadas en el metabolismo de aminoácidos y vitaminas en los bebés, a bacterias involucradas en el metabolismo de las grasas en etapas posteriores de la vida (El-Sayed et al., 2021).

Sin embargo, a medida que las personas envejecen, se observa un aumento en la población de bacterias asociadas a enfermedades, principalmente dentro del phylum Proteobacteria, que incluye



patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* y *Helicobacter pylori*. Simultáneamente, se produce una disminución de bacterias beneficiosas pertenecientes a los phyla Firmicutes y Actinobacterias, como las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Esto altera la relación Bacteroidota: Firmicutes, la cual no tiene una proporción ideal fija, aunque se ha postulado que su equilibrio es clave para la salud intestinal. El desequilibrio entre estos grupos está vinculado a la inflamación intestinal, la reducción de la respuesta inmune y la disfuncionalidad de la barrera epitelial intestinal (El-Sayed et al., 2021).

**Tabla 1: Funciones de la microbiota.**

Metabolismo y nutrición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentación de residuos no digestivos de la dieta y moco intestinal</li> <li>• Producción de ácidos grasos de cadena corta</li> <li>• Síntesis de vitamina K y ácido fólico</li> <li>• Absorción de iones</li> </ul>
Trófica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la proliferación celular epitelial y su diferenciación</li> </ul>
Protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Función de barrera: Protección contra antígenos y microorganismos patógenos.</li> </ul>

Fuente: " Microbiota intestinal, probióticos y prebióticos" [Carlos David Castañeda Guillot, 2017]

El microbioma intestinal desempeña un papel crucial en la salud humana, participando en funciones vitales como la regulación del sistema inmunológico y el metabolismo de nutrientes (ver Tabla 1). Funciona como una barrera selectiva, protegiendo al organismo de agentes ambientales adversos. Este papel se lleva a cabo gracias a las células epiteliales que recubren el intestino y a las células plasmáticas situadas en la lámina propia, que producen inmunoglobulina A secretora (IgA). La IgA limita la entrada de bacterias a la mucosa intestinal y controla los patógenos. Además, la microbiota intestinal desempeña un papel vital en la digestión de los alimentos que llegan al colon. Cuando las enzimas humanas no descomponen completamente los alimentos, los residuos no absorbidos pasan al colon. Allí, una diversa comunidad de microorganismos fermenta los carbohidratos complejos, generando ácidos grasos de cadena corta (SCFA) como el ácido acético, propiónico y butírico que sirven como fuente de energía para el intestino y otros órganos, además de la producción de vitaminas del grupo B y vitamina K (Álvarez et al., 2021; M. J. Hill, 1997; Karl et al., 2017).

La microbiota intestinal no solo participa en la digestión y el metabolismo, sino que también transforma compuestos inactivos de la dieta en moléculas bioactivas. Un ejemplo es la conversión de isoflavonas de la soja en equol, un compuesto con efectos estrogénicos (Álvarez et al., 2021). Sin

embargo, también puede generar compuestos que pueden ser tóxicos, como la trimetilamina, a partir de la colina y la carnitina de la dieta, lo cual se ha relacionado con un aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Álvarez et al., 2021).

## **Modificación y alteración de la microbiota intestinal.**

### **Influencia de la Dieta y el Ejercicio en la Microbiota Intestinal y la Obesidad**

La composición y función de la microbiota intestinal, desde la infancia hasta la edad adulta, están estrechamente influenciadas por la dieta y la actividad física. Adoptar una dieta mediterránea y practicar ejercicio regularmente pueden inducir cambios beneficiosos en la microbiota, promoviendo una diversidad microbiota saludable y potencialmente disminuyendo la predominancia de ciertas bacterias, como algunos miembros de phylum de Firmicutes, que en exceso pueden estar asociados con la obesidad. En personas con sobrepeso u obesidad, estas bacterias ayudan con la digestión de polisacáridos y carbohidratos complejos, lo que conduce a una mayor cantidad de glucosa para ser absorbida y por lo tanto se observa un incremento en calorías. Este incremento en la absorción de glucosa altera el metabolismo y el equilibrio hormonal, dificultando la pérdida de peso. Al mismo tiempo, una dieta mediterránea puede aumentar la producción de SCFA, lo cual puede tener un impacto positivo en la salud cardiovascular. Sin embargo, el consumo excesivo de grasas animales puede alterar el equilibrio de la microbiota, desencadenando procesos inflamatorios y contribuyendo al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas (Aragón-Vela et al., 2021; Álvarez et al., 2021).

La composición de la microbiota intestinal puede variar según su capacidad para extraer energía de los alimentos y regular el almacenamiento de lípidos. En primer lugar, la microbiota puede reducir los niveles de ácidos biliares, lo que desactiva el receptor FXR en el hígado y activa el SREBP1c, fomentando la producción de lípidos. Además, los SCFA producidos por la microbiota sirven como fuente de energía y regulan diversas vías metabólicas, lo que puede influir en la síntesis de ácidos grasos y colesterol. La microbiota también contribuye a la inflamación y la endotoxemia, mediante la producción de citoquinas proinflamatorias y lipopolisacáridos (LPS), lo que conduce a la resistencia a la insulina y al aumento de las células grasas. Esto se traduce en un mayor almacenamiento de lípidos. Además, la microbiota puede causar resistencia a la leptina y suprimir neuropéptidos que normalmente reducirían la acumulación de grasa. Por último, la disminución de la bacteria *Lactobacillus paracasei* en individuos obesos permite que la lipoproteína lipasa funcione sin restricciones, facilitando el almacenamiento de lípidos (Cheng et al., 2022).

Estos procesos muestran cómo la microbiota intestinal puede aumentar significativamente el almacenamiento de lípidos en el cuerpo. Esta capacidad, además de su estrecha interacción con el sistema inmunológico innato, influye en la respuesta inmune y promueve la tolerancia a antígenos ino cuos (Asadi et al., 2022).

La disbiosis, un desequilibrio en la composición y función de la microbiota intestinal, ha surgido como un factor determinante en la salud humana. Este fenómeno se ha asociado con diversas enfermedades, tanto gastrointestinales como extraintestinales. Factores como la dieta, el estilo de vida, la predisposición genética y el uso de antibióticos pueden influir en este desequilibrio, aumentando así el riesgo de padecer afecciones como colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn, alergias, obesidad y diabetes mellitus tipo 2 (Guillot, 2017). Se están investigando diversas estrategias para abordar esta disfunción, que van desde cambios en la alimentación hasta la utilización de prebióticos, probióticos, simbióticos, así como enfoques innovadores como posbióticos y paraprobióticos (Álvarez et al., 2021).

### **Definición y características de los prebióticos**

El término "prebiótico" fue definido por primera vez en 1995 por Gibson y Roberfroid, quienes lo describieron como "un ingrediente alimentario no digerible que estimula el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas en el colon, mejorando la salud del hospedador". En 2017, la Asociación Internacional de Científicos para Probióticos y Prebióticos (ISAPP) amplió esta definición, considerando los prebióticos como "un sustrato que es selectivamente utilizado por microorganismos del hospedador y confiere beneficios para la salud", incluyendo sustancias como hidratos de carbono, polifenoles y ácidos grasos poliinsaturados (Álvarez et al., 2021).

Los prebióticos deben cumplir criterios específicos, como resistir la acidez gástrica y la digestión en el intestino delgado, llegando al intestino grueso, donde residen las bacterias beneficiosas. Una vez allí, son fermentados, generando metabolitos que favorecen la salud del huésped (Castañeda Guillot, 2018). Su consumo impacta positivamente en la composición y actividad de la microbiota gastrointestinal al proporcionar un sustrato para bacterias beneficiosas como *Lactobacilos* y *Bifidobacterias*, lo que resulta en la producción de ácidos grasos de cadena corta como el butirato, fundamental para la salud intestinal. Además, estimulan el crecimiento de otros géneros bacterianos como *Eubacterium* y *Roseburia*, contribuyendo al equilibrio del microbioma (Álvarez et al., 2021).

Los prebióticos también pueden reducir la obesidad, diversas investigaciones han demostrado que prebióticos como la inulina y la oligofru ctosa pueden regular el apetito y el metabolismo, aumentando la sensación de saciedad y disminuyendo la ingesta de alimentos. Esto se debe a la fermentación de estos compuestos en el colon, que produce ácidos grasos de cadena corta, influyendo en la liberación

de péptidos como GLP-1 y PYY, encargados de controlar el apetito. Además, los prebióticos mejoran la salud intestinal al fomentar el crecimiento de bacterias beneficiosas, reducir la inflamación y fortalecer la barrera intestinal, contribuyendo así a una mejor regulación energética y metabólica (Álvarez et al., 2021; Requena et al., 2014; Cani et al., 2009).

### **Definición y características de los probióticos**

Los probióticos fueron definidos por una comisión de expertos convocados en 2001 de forma conjunta por la FAO y la OMS como «microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del hospedador». Esta definición excluye los microorganismos muertos y los componentes producidos por estos microorganismos, que se denominan paraprobióticos o posbióticos, respectivamente (Álvarez et al., 2021; Oliveira & González-Molero, 2016).

Para ser considerado probiótico, un microorganismo debe cumplir con criterios específicos establecidos por la comunidad científica. En primer lugar, debe estar vivo y mantener su viabilidad a lo largo del tracto gastrointestinal. Además, debe ser capaz de colonizar el intestino en cantidades suficientes para ejercer su efecto beneficioso. Los probióticos pueden incluir cepas de bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, así como ciertas cepas de levaduras de la especie de *Saccharomyces boulardii*. Es esencial que estos microorganismos estén completamente caracterizados a nivel de cepa y que su viabilidad se mantenga durante toda la vida útil de los productos que los contienen (Oliveira & González-Molero, 2016). Además, la EFSA regula el consumo de probióticos en la Unión Europea según el Reglamento (CE) nº 178/2002, que establece los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria. En particular, el artículo 14 de este reglamento establece condiciones para la comercialización de alimentos, incluyendo la seguridad de los mismos (AESAN, 2020).

En personas con obesidad, una alimentación inapropiada puede desequilibrar la proporción de Firmicutes: Bacteroidota en el intestino, lo que favorece la extracción adicional de energía de los alimentos. Esto se debe a que las bacterias Firmicutes tienen la capacidad de descomponer polisacáridos complejos que son resistentes a la digestión en el intestino delgado, liberando así más energía disponible para su absorción en el intestino grueso y contribuyendo al aumento del almacenamiento de energía en forma de grasa corporal. Los probióticos pueden contribuir a la gestión del peso al mejorar la integridad intestinal, lo cual puede reducir la inflamación al modular la respuesta inmunitaria y promover una respuesta antiinflamatoria en el intestino, así como mejorar la sensibilidad a la insulina en el hipotálamo. Además, se ha observado que los probióticos pueden influir en las

concentraciones de leptina y de péptidos como el GLP-1 y el PPY en el intestino, lo que ayuda a controlar la ingesta de alimentos al promover la sensación de saciedad (Asadi et al., 2022).

Por lo tanto, los probióticos mantienen una microbiota intestinal saludable, reducen la endotoxemia, la adiposidad, la inflamación y los niveles de leptina, principalmente mediante cepas de los géneros de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*. Su efecto puede variar según la cepa y especie específicas (Asadi et al., 2022). Además, fortalecen la barrera intestinal, mejoran la digestión y absorción de nutrientes, y regulan la respuesta inmunológica del cuerpo. Esas cepas se encuentran en alimentos fermentados, productos y suplementos dietéticos (National Institutes of Health, 2022).

### **Simbióticos**

Los simbióticos, una combinación de prebióticos y probióticos, ofrecen una estrategia prometedora para mejorar la salud intestinal y fortalecer el sistema inmunológico al aumentar el número de microorganismos beneficiosos como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Esto contribuye al equilibrio de la microbiota intestinal. Además, los simbióticos han demostrado reducir los niveles de azúcar y grasa en sangre, así como prevenir la osteoporosis y ayudar en el tratamiento de trastornos cerebrales asociados con problemas hepáticos (Asadi et al., 2022).

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, existe una creciente necesidad de abordar la salud en adultos mayores de 40 años, especialmente en relación con la obesidad y el sobrepeso. Con aproximadamente el 40% de los adultos en España con sobrepeso y más del 20% sufriendo de obesidad, es evidente la urgencia de enfrentar estos problemas que afectan significativamente la calidad de vida de esta población.

Además, es importante considerar que a medida que los adultos envejecen, su microbiota intestinal tiende a cambiar, lo que puede afectar la función digestiva y la regulación del peso. Por lo tanto, el uso de probióticos y prebióticos podría ser relevante en este grupo demográfico para reforzar y mantener la salud de la microbiota intestinal, lo que a su vez puede contribuir a prevenir el sobrepeso y la obesidad.

Dado el creciente interés en los probióticos y prebióticos y su posible impacto en la microbiota, así como en aspectos como el peso, el metabolismo, la salud digestiva y la función inmunológica, es importante investigar si estos suplementos ofrecen beneficios reales para este grupo de población.

## OBJETIVOS

### Objetivo Principal

Analizar la base científica sobre el uso de probióticos, prebióticos y simbióticos en adultos con una edad media de 40 años o más que padecen de sobrepeso u obesidad.

### Objetivos Específicos

- Analizar la eficacia de estos suplementos en la modulación de la composición de la microbiota intestinal.
- Evaluar el impacto de los suplementos en la inflamación y la salud metabólica.
- Examinar los efectos de los suplementos en perfiles lipídicos y metabolismo de lípidos.

## METODOLOGÍA DEL TRABAJO

### DISEÑO

Se realizó una revisión sistemática de la literatura para investigar el impacto de los probióticos en el sobrepeso y la obesidad. Se emplearon diversas bases de datos científicas, como *PubMed*, *ScienceDirect* y *SciELO*, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos.

### PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo se empleó la estructura PICO para establecer la pregunta de interés. La pregunta de investigación formulada fue: ¿Cuál es el impacto de la suplementación con probióticos, prebióticos y simbióticos en la microbiota intestinal, el metabolismo y la composición corporal en personas mayores de 40 años con sobrepeso u obesidad? Estos criterios se dividen en Población, Intervención, Comparación y Resultado, como se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2 : Estructura PICO en la revisión sistemática.**

<b>Población</b>	Estudios realizados en personas con una edad media de 40 años o más, con sobrepeso u obesidad.
<b>Intervención</b>	Uso de probióticos, prebióticos o simbióticos.
<b>Comparación</b>	Cada estudio contrasta la intervención (uso de probióticos, prebióticos o simbióticos) con un grupo control, ya sea un grupo paralelo o la misma población antes de la intervención.
<b>Resultado (Outcome)</b>	Beneficios.

Fuente: Elaboración propia

### ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizó una revisión sistemática, seleccionando los artículos de las bases de datos *PubMed*, *ScienceDirect* y *SciELO*. Se emplearon las siguientes palabras clave: "Probiotic", "Obesity", "Prebiotic", "Synbiotic", "Microbiota" "clinicaltrial", "humans", "adults", "overweight", "MeSH" y sus sinónimos en español "Probiótico", "Obesidad", "Prebiótico", "Simbiótico", "Microbiota" "ensayo clínico", "humanos", "adultos", "sobrepeso" "MeSH". Además, se utilizó el operador booleano AND para conectar los términos. La búsqueda se limitó a publicaciones realizadas desde 2010 hasta 2024, ambos años inclusive.

**ESTRATEGIA DE SELECCIÓN**

Previamente a la selección de artículos, se establecieron los criterios de inclusión y exclusión. Estos criterios se detallan en la Tabla 3.

Después, se llevó a cabo una revisión de los títulos y resúmenes de los estudios para verificar si cumplían con los criterios de selección.

**Tabla 3 : Criterios de selección del estudio.**

<b>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b>
Estudios realizados en personas con una edad media de 40 años o más, con sobrepeso u obesidad	Estudios realizados en personas menores de 40 años sin sobrepeso u obesidad
Investigaciones limitadas a la población humana	Estudios llevados a cabo con animales
Estudios que detallaban las cepas de los probióticos utilizados	Estudios que no mencionen las cepas de los probióticos utilizados
Evidencia proveniente de ensayos clínicos	Revisiones sistemáticas y revisiones bibliográficas
Artículos con texto completo disponible	Falta de acceso al texto completo
Publicados en los últimos 14 años (2010-2024)	Publicaciones anteriores a 2010
Artículos en Español e Inglés	Artículos en idiomas distintos al Español e Inglés.

Fuente: Elaboración propia

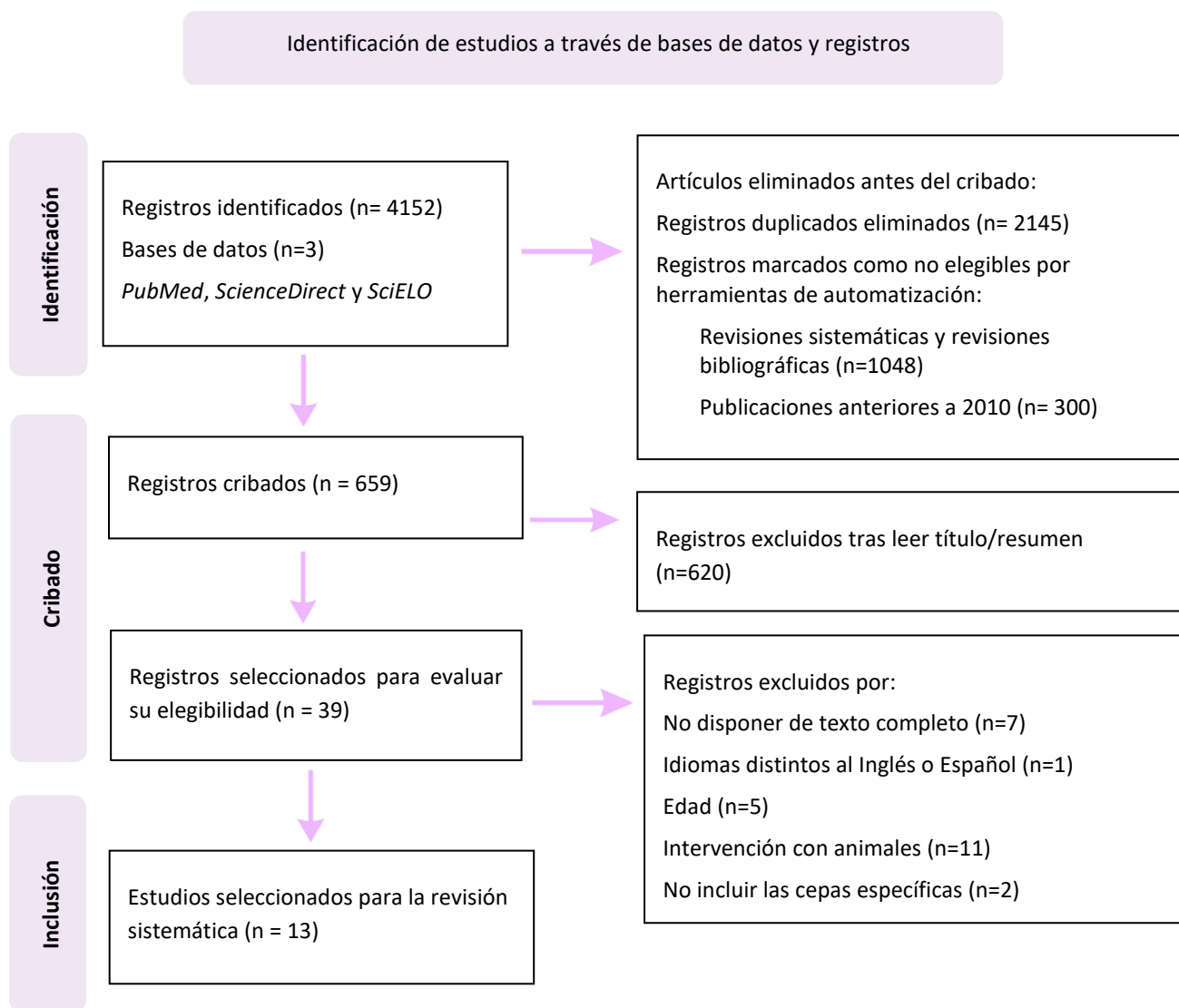
Los criterios de selección se basaron específicamente en este grupo de edad, considerando los cambios que experimenta el cuerpo durante el proceso de envejecimiento, como alteraciones en la salud gastrointestinal, la composición de la microbiota intestinal, y la pérdida de masa muscular y fuerza. En este contexto, se destacó la importancia de los probióticos, los cuales han mostrado potencial para contrarrestar ciertos efectos del envejecimiento. Se priorizaron los estudios que especificaban las cepas de los probióticos, ya que esta información es fundamental para comprender su aplicabilidad y su efectividad en el contexto de la obesidad y el envejecimiento. Además, se limitó el período de estudio entre 2010 y 2024 para garantizar la inclusión de investigaciones recientes sin abarcar un período excesivamente amplio.



**RESULTADOS**

Tras realizar una búsqueda sistemática utilizando descriptores específicos en las bases de datos *PubMed*, *ScienceDirect* y *SciELO*, se identificaron inicialmente 4152 artículos. Durante la fase de identificación, se eliminaron 3493 registros duplicados y aquellos marcados como no elegibles por herramientas de automatización. En la fase de cribado, se evaluó la elegibilidad de los 39 registros seleccionados. Se descartaron los artículos que no disponían de texto completo, no estaban en español o inglés, no cumplían con un rango de edad medio de 40 años o más, realizaban intervenciones con animales en lugar de seres humanos, y aquellos que no incluían las cepas específicas de las bacterias estudiadas. Después, en la fase de inclusión, finalmente se seleccionaron 13 artículos para el estudio. El proceso de selección se detalla en el diagrama de flujo presentado en la (Figura 2). Además, de una descripción detallada de cada uno de los artículos seleccionados en la (Tabla 4).

**Figura 2 : Diagrama de flujo de selección de artículos**



Fuente: Elaborado mediante la modificación de la plantilla de la guía PRISMA.

En los 13 estudios revisados, se investigó el efecto de la suplementación con probióticos, prebióticos o simbióticos en personas con un rango de edad medio de 40 años o más con sobrepeso u obesidad. Dos de los estudios reclutaron exclusivamente participantes femeninas (Skrypnik et al., 2019; Chen et al., 2019; Szulińska et al., 2018), mientras que los restantes incluyeron tanto hombres como mujeres al azar. Los resultados recopilados revelan una tendencia consistente hacia una mayor participación de mujeres en comparación con hombres. En promedio, casi tres cuartas partes 73.8% de los participantes fueron mujeres, mientras que la representación masculina fue significativamente menor, con un promedio del 22.1%. De los trece estudios revisados, la media de edades de los participantes es de aproximadamente 47.5 años.

Un estudio se centró exclusivamente en individuos con sobrepeso, con un IMC entre 25 y 29.9 kg/m<sup>2</sup> (Michael et al., 2021). Cinco estudios incluyeron tanto a personas con sobrepeso como con obesidad, con un IMC medio de 25 a 40 kg/m<sup>2</sup> (Kopp et al., 2023; Chen et al., 2019; Janczy et al., 2020; Pagliai et al., 2023; Hemalatha et al., 2014). Siete estudios se centraron exclusivamente en personas con obesidad, con un IMC igual o superior a 30 kg/m<sup>2</sup> (Othman et al., 2023; Skrypnik et al., 2019; Luis et al., 2010; Sergeev et al., 2020; Szulińska et al., 2018; Culpepper et al., 2019; Ahn et al., 2019).

Se identificaron diferentes enfoques de suplementación en los estudios revisados. Un estudio utilizó probióticos y prebióticos por separado, dividiendo a los participantes en tres grupos: uno de control con solo dieta, otro que recibió probióticos y otro que recibió prebióticos (Othman et al., 2023). Otro estudio se centró exclusivamente en la administración de prebióticos (Luis et al., 2010). Además, dos estudios emplearon simbióticos, que son la combinación de prebióticos y probióticos (Janczy et al., 2020; Sergeev et al., 2020). Los prebióticos consistían en galactooligosacáridos, fructooligosacáridos e inulina. Los probióticos se administraron en cápsulas en 11 estudios, mientras que en 2 estudios se administraron a través de alimentos, que contenían probióticos o prebióticos (Chen et al., 2019; Luis et al., 2010). La dosis de probióticos en cada cápsula varió entre 10<sup>8</sup> y 10<sup>10</sup> UFC.

Al analizar los géneros de bacterias presentes en cada estudio, se observó que doce de ellos incluyeron el género *Lactobacillus* (Kopp et al., 2023; Sergeev et al., 2020; Othman et al., 2023; Chen et al., 2019; Michael et al., 2021; Janczy et al., 2020; Skrypnik et al., 2019; Culpepper et al., 2019; Hemalatha et al., 2014; Ahn et al., 2019; Pagliai et al., 2023; Szulińska et al., 2018). Diez de estos estudios también incluyeron el género *Bifidobacterium* (Kopp et al., 2023; Sergeev et al., 2020; Othman et al., 2023; Michael et al., 2021; Janczy et al., 2020; Skrypnik et al., 2019; Culpepper et al., 2019; Hemalatha et al., 2014; Ahn et al., 2019; Szulińska et al., 2018). Además, ocho estudios que ya habían identificado estos géneros incorporaron otros géneros bacterianos como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* y

*Pediococcus* (Othman et al., 2023; Chen et al., 2019; Janczy et al., 2020; Skrypnik et al., 2019; Szulińska et al., 2018; Culpepper et al., 2019; Hemalatha et al., 2014; Ahn et al., 2019).

Se estudiaron múltiples especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* en diversas investigaciones. Las especies incluidas fueron *L. acidophilus*, *L. helveticus*, *L. plantarum*, *B. lactis*, *B. longum*, *B. bifidum*, entre otras (Sergeev et al., 2020; Michael et al., 2021; Janczy et al., 2020; Skrypnik et al., 2019; Szulińska et al., 2018; Hemalatha et al., 2014; Ahn et al., 2019; Othman et al., 2023; Chen et al., 2019; Culpepper et al., 2019; Pagliai et al., 2023).

**Tabla 4 : Características de los estudios.**

Las flechas apuntando hacia arriba (↑) indican un aumento, mientras que las flechas hacia abajo (↓) señalan una reducción. Las flechas que apuntan en ambas direcciones (↔) indican neutralidad o la ausencia de un cambio significativo.

AUTOR (AÑO)	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVOS	MUESTRA	SUPLEMENTOS UTILIZADOS	PRINCIPALES EFECTOS OBSERVADOS
(Kopp et al., 2023)	Ensayo aleatorizado y controlado con placebo.	Evaluar el efecto de un suplemento nutricional compuesto por <b>probióticos</b> , ácidos grasos omega-3 y vitamina D en sujetos con sobrepeso u obesidad y niveles de inflamación de bajo grado.	<p><u>Población de estudio:</u> Total: 76 individuos con exceso de peso (IMC: 28 – 40 Kg/m<sup>2</sup>) Rango de Niveles de hs-CRP: 2 a 10 mg/L</p> <p><u>Grupos de tratamiento:</u> Tratamiento (n = 37): - Mujeres: n= 30 - Hombres: n= 7 Edad media: 50 ± 11 años</p> <p>Placebo (n = 39): - Mujeres: n = 30 - Hombres: n= 9 Edad media: 49 ± 10 años Duración del tratamiento 8 semanas.</p>	<p><b>Probiótico</b> de múltiples cepas de <i>Lactobacillus y Bifidobacterium</i>. (1.25 × 10<sup>9</sup> UFC por dos cápsulas).</p> <p>640 mg de ácidos grasos omega-3 (AG n-3). 200 UI de vitamina D.</p>	<p>Reducción de la interleucina-6 (IL-6): ↓</p> <p>Mejora de la función física</p> <p>No se ha calculado la diferencia de peso ni de índice de masa corporal (IMC) entre el grupo de tratamiento y el grupo de placebo</p>
(Chen et al., 2019)	Ensayo clínico aleatorizado controlado.	Estudiar los efectos del consumo de yogur en la resistencia a la insulina (IR) y otros marcadores secundarios en mujeres obesas con enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD) y síndrome metabólico (MetS). Se especuló que el yogur podría mejorar la IR en esta población, dada su relación con la patogénesis compartida de NAFLD y MetS.	<p><u>Población de estudio:</u> Total: 92 mujeres obesas (IMC ≥ 28 kg/m<sup>2</sup>) Con diagnóstico de enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD) y síndrome metabólico (MetS).</p> <p>Grupos de tratamiento: Yogur: Mujeres: n= 48 Edad media: 48.9 ± 10.5 años</p> <p>Placebo (Leche): - Mujeres: n= 44 Edad media: 51.2 ± 10.2 años</p>	La especie <b>probiótica</b> utilizada en el yogur convencional es <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophiles</i> .	<p>Mejora de la resistencia a la insulina</p> <p>Reducción de la grasa hepática, inflamación y estrés oxidativo.: ↓</p> <p><u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u> <b>Peso (Kg):</b> Leche (Placebo): Inicial: 32.88 kg 24 semanas: 30.83 kg</p> <p>Yogur: Inicial: 32.88 kg 24 semanas: 31.60 kg Diferencia ajustada: -2.26 kg (p &lt; 0.01)</p> <p><b>IMC (kg/m<sup>2</sup>):</b> Leche (Placebo): Inicial: 32.18 kg/m<sup>2</sup> 24 semanas: 31.97 kg/m<sup>2</sup></p>

			Duración del tratamiento 24 semanas		Yogur: Inicial: 32.18 kg/m <sup>2</sup> 24 semanas: 32.02 kg/m <sup>2</sup> Diferencia ajustada: -0.28 (no significativa)
(Michael et al., 2021)	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo.	Evaluar el efecto de la suplementación con el consorcio <b>probiótico</b> Lab4P en adultos mayores con sobrepeso, centrándose en la pérdida de peso y los cambios en la circunferencia de la cintura, la circunferencia de la cadera y la presión arterial.	<u>Población de estudio:</u> Total: 70 participantes con sobrepeso IMC: Entre 25 y 29.9 kg/m <sup>2</sup>  <u>Grupos de tratamiento:</u> Suplemento: Mujeres: n= 17 Hombres: n= 18 Edad media: 52.40 años Placebo: Mujeres: n= 16 Hombres: n= 19 Edad media: 55.26 años  Duración del tratamiento 36 semanas.	Las cepas <b>probióticas</b> utilizadas en el estudio son <i>Lactobacillus acidophilus CUL60 (NCIMB 30157)</i> , <i>Lactobacillus acidophilus CUL21 (NCIMB 30156)</i> , <i>Lactobacillus plantarum CUL66 (NCIMB 30280)</i> , <i>Bifidobacterium bifidum CUL20 (NCIMB 30153)</i> y <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis CUL34 (NCIMB 30172)</i> , con una dosis de $5 \times 10^{10}$ UFC por cápsula.	Reducción significativa del peso corporal: ↓  Mejoras en la calidad de vida: ↑  Disminución en la incidencia de infecciones del tracto respiratorio superior: ↓  <u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u> Peso (Kg): Grupo Probiótico: 3 meses: -2.37 kg (-2.83%, p < 0.0001) 6 meses: -3.35 kg (-4.00%, p < 0.0001) 9 meses: -3.65 kg (-4.36%, p < 0.0001) Seis participantes alcanzaron un IMC saludable (<24.9 kg/m <sup>2</sup> ). Peso (Kg): Grupo Placebo: 3 meses: -2.11 kg (-2.51%, p < 0.0001) 6 meses: -1.88 kg (-2.19%, p < 0.0001) 9 meses: Aumento cercano a los valores iniciales después de una pérdida significativa a los 6 meses.
(Skrypnik et al., 2019)	Ensayo clínico aleatorizado.	Investigar el efecto de la suplementación con <b>probióticos</b> en el metabolismo del hierro en mujeres posmenopáusicas obesas, comparando diferentes dosis y explorando su relación con la microbiota intestinal y posibles mecanismos de acción.	<u>Población de estudio:</u> Total: 90 mujeres posmenopáusicas obesas IMC: ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> Edad media: 45 a 70 años <u>Grupos de Tratamiento:</u>  Grupo LD (dosis baja de probióticos): Mujeres: n= 30  Grupo HD (dosis alta de probióticos): Mujeres: n= 30  Placebo: Mujeres: n= 30 Duración del tratamiento 12 semanas.	El suplemento <b>probiótico</b> utilizado en el estudio consistía en una mezcla de cepas bacterianas que incluían <i>Bifidobacterium bifidum W23</i> , <i>B. lactis W51</i> , <i>B. lactis W52</i> , <i>Lactobacillus acidophilus W37</i> , <i>L. brevis W63</i> , <i>L. casei W56</i> , <i>L. salivarius W24</i> , <i>Lactococcus lactis W19</i> y <i>Lc. lactis W58</i> , en partes iguales.  El grupo LD recibió esta mezcla probiótica en una dosis diaria de $2.5 \times 10^9$ unidades formadoras de colonias (UFC).  El grupo HD recibió la misma mezcla en una dosis diaria de $1 \times 10^{10}$ UFC.	Efectos significativos en el metabolismo del hierro: ↔  Cambios en los niveles de hierro y zinc en el cabello: ↔  Concentraciones séricas de zinc, ferritina, eritroferona y hepcidina: ↔  Implicaciones:  Potencial beneficio en el manejo de los trastornos metabólicos en esta población: ↑  Se necesitan más investigaciones para entender completamente sus mecanismos de acción y eficacia a largo plazo: ↔  No se ha calculado la diferencia de peso ni de índice de masa corporal (IMC) entre el grupo de tratamiento y el grupo de placebo

<p>(Szulińska et al., 2018)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado y controlado con placebo.</p>	<p>Evaluar el impacto de la suplementación con <b>probióticos</b> de alta y baja dosis en la función vascular y rigidez arterial en mujeres posmenopáusicas obesas, comparando estos efectos con un grupo de placebo.</p>	<p><u>Población de estudio:</u> Total: 110 mujeres posmenopáusicas obesas IMC: 30 a 45 kg/m<sup>2</sup>  <u>Grupos de Tratamiento:</u> Suplemento probiótico: Mujeres: n= 55 Edad media: 45 a 70 años  Placebo: Mujeres: n= 55 Edad media: 45 a 70 años Duración del tratamiento 12 semanas.</p>	<p>El suplemento <b>probiótico</b> Ecologic® Barrier contiene una mezcla de cepas bacterianas que incluyen <i>Bifidobacterium bifidum</i> W23, <i>B. lactis</i> W51, <i>B. lactis</i> W52, <i>Lactobacillus acidophilus</i> W37, <i>L. brevis</i> W63, <i>L. casei</i> W56, <i>L. salivarius</i> W24, <i>Lactococcus lactis</i> W19 y <i>Lc. lactis</i> W58.  El grupo HD recibió esta mezcla probiótica en una dosis diaria de <math>1 \times 10^{10}</math> unidades formadoras de colonias (UFC) por día.  El grupo LD recibió un total de <math>2.5 \times 10^9</math> UFC por día.</p>	<p>Efectos favorables en la función vascular y la rigidez arterial: ↑  Tanto en dosis alta como baja: ↔  Implicaciones:  Potencial beneficio en la salud cardiovascular de esta población: ↑  No se ha calculado la diferencia de peso ni de índice de masa corporal (IMC) entre el grupo de tratamiento y el grupo de placebo</p>
<p>(Culpepper et al., 2019)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo, utilizando un diseño cruzado.</p>	<p>Determinar el efecto de tres cepas <b>probióticas</b> diferentes en los perfiles de ácidos biliares en plasma y heces, en el contexto del metabolismo lipídico y glucémico, en adultos sanos con obesidad abdominal.</p>	<p><u>Población de estudio:</u> Total: 114 adultos sanos con obesidad abdominal Edad promedio: 53 años (± 8 años) IMC promedio: 32.2 kg/m<sup>2</sup> <u>Grupos de Tratamiento:</u> Suplementos probióticos:  Bifidobacterium animalis subsp. lactis B94: Mujeres: n= 23 Hombres: n= 10 Edad media: 51.2 años  Bacillus subtilis R0179: Mujeres: n= 32 Hombres: n= 3 Edad media: 53.2 años  Lactobacillus plantarum HA-119: Mujeres: n= 25 Hombres: n= 10 Edad media: 54.3 años Suplemento placebo:  Duración del tratamiento: 6 semanas</p>	<p>Los <b>probióticos</b> utilizados en el estudio fueron <i>Bacillus subtilis</i> R0179 (<math>2.5 \times 10^9</math> UFC por cápsula), <i>Lactobacillus plantarum</i> HA-119 (<math>5 \times 10^9</math> UFC por cápsula) y <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> B94. (<math>5 \times 10^9</math> UFC por cápsula)</p>	<p>B. subtilis y B. lactis aumentaron los niveles de ácidos biliares plasmáticos desconjugados: ↑  L. plantarum no afectó a los niveles de ácidos biliares, pero mostró tendencia a aumentar HDL  No se observaron efectos en el metabolismo de la glucosa, los lípidos séricos o los ácidos biliares fecales: ↔  Implicaciones:  Posible beneficio de estas cepas probióticas en la modulación del metabolismo de los ácidos biliares en individuos obesos: ↑  <u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u>  Antes del estudio:  Peso inicial (mediana): 85.3 kg Rango intercuartílico: 75.6 kg a 101.2 kg IMC inicial (mediana): 31 kg/m<sup>2</sup> Después del estudio:  Cambio en peso (mediana): 0.2 kg Rango intercuartílico: -0.7 kg a 1.1 kg Cambio en IMC: 0</p>

<p>(Pagliai et al., 2023)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado.</p>	<p>Evaluar los efectos de la suplementación con el <b>probiótico</b> <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> IMC 510® en parámetros antropométricos y bioquímicos, composición y funcionalidad de la microbiota intestinal, y síntomas gastrointestinales y generales en individuos con sobrepeso u obesidad.</p>	<p><u>Población de estudio:</u> Total: 40 sujetos con sobrepeso u obesidad (IMC <math>\geq</math> 25 kg/m<sup>2</sup>) <u>Grupos de tratamiento:</u> Suplemento probiótico:  Mujeres: n= 20 Hombres: n= 20 Edad media: 51.6 <math>\pm</math> 13.2 años  Placebo:  Mujeres: n= 20 Hombres: n= 20 Edad media: 51.6 <math>\pm</math> 13.2 años  Duración del tratamiento: 12 semanas.</p>	<p>La cepa utilizada en el estudio fue el <b>probiótico</b> <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> IMC 510® Cada cápsula contenía 15 mil millones de células vivas (UFC/cápsula).</p>	<p>Reducción significativa en el peso corporal, el IMC, la circunferencia de la cintura y la relación cintura-altura. ↓  Disminución en los niveles de glucosa en sangre, glóbulos blancos y glóbulos rojos. ↓  Se observó una mejora en el dolor muscular, la pesadez abdominal y la interferencia de los síntomas gastrointestinales con la calidad de vida. ↓  Cambios en la composición de la microbiota con el probiótico, incluyendo la disminución de ciertos géneros bacterianos y la mantención de una relación F/B más baja. <u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u>  Antes del estudio: Probiótico: Peso: 90 kg, IMC: 30.8 kg/m<sup>2</sup> Placebo: Peso: 82.4 kg, IMC: 28.7 kg/m<sup>2</sup> Después del estudio: Probiótico: Peso: 89.3 kg, IMC: 30.5 kg/m<sup>2</sup> Placebo: Peso: 82.5 kg, IMC: 28.7 kg/m<sup>2</sup> Cambios (Diferencia): Probiótico: -0.7 kg, -0.3 kg/m<sup>2</sup> Placebo: +0.1 kg, 0 kg/m<sup>2</sup></p>
<p>(Hemalatha et al., 2014)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado y controlado.</p>	<p>Analizar cómo la suplementación con el <b>probiótico</b> (VSL#3) y el ácido graso omega-3 afecta la salud metabólica en adultos con sobrepeso. Se investigó el efecto de estas intervenciones en la sensibilidad a la insulina, los niveles de lípidos en sangre y la inflamación.</p>	<p><u>Población de estudio:</u> Total: 60 adultos sanos con sobrepeso (IMC: &gt; 25 kg/m<sup>2</sup>) <u>Grupos de Tratamiento:</u> Omega 3: Mujeres y Hombres: n= 15 Edad media: 49 años.  Probiótico VSL#3: Mujeres y Hombres: n= 15 Edad media: 49 años.  Combinación de ambos: (Omega-3 y Probiótico VSL#3) Mujeres y Hombres: n= 15 Edad media: 49 años.  Placebo:</p>	<p><b>Probiótico VSL#3:</b>  Contenido por cápsula: <i>Bifidobacterium longum.</i> <i>Bifidobacterium infantis.</i> <i>Bifidobacterium breve.</i> <i>Lactobacillus acidophilus.</i> <i>Lactobacillus paracasei.</i> <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus.</i> <i>Lactobacillus plantarum.</i> <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus.</i>  Con una dosis total de 112.5 <math>\times</math> 10<sup>9</sup> UFC por cápsula.  <b>Cápsula de Omega-3:</b>  Contenido por cápsula: EPA (ácido eicosapentaenoico): 180 mg. DHA (ácido docosahexaenoico): 120 mg.</p>	<p>Mejora significativa en los niveles de lípidos sanguíneos  Mejora significativa en la sensibilidad a la insulina  Reducción de marcadores inflamatorios: ↓ Cambios favorables en la microbiota intestinal  Suplementación con omega-3:  Efectos beneficiosos similares a los del probiótico VSL#3: ↔  Combinación de probióticos y omega-3:  Resultados aún más prometedores que la suplementación individual  En el estudio, no se ha calculado la diferencia de peso ni de índice de masa corporal (IMC) entre el grupo de tratamiento y el grupo de placebo</p>

			<p>Mujeres y Hombres: n= 15                  Edad media: 40 a 60 años.                  Duración del tratamiento: 6 semanas</p>		
(Ahn et al., 2019)	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	<p>Evaluar cómo los <b>probióticos</b> afectan el área de grasa visceral y la fracción de grasa intrahepática en pacientes con obesidad y enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA).</p>	<p><u>Población de estudio:</u>                  Total :65 pacientes obesos con enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA).                  IMC medio: 30.2 kg/m<sup>2</sup>.</p> <p><u>Grupos de Tratamiento:</u>                  Suplemento probiótico:                  Mujeres: n=15                  Hombres: n= 15                  Edad media: 41.7 ± 12.49 años                  Placebo:                  Mujeres: n=17                  Hombres: n= 18                  Edad media: 44.71 ± 13.31 años                  Duración del tratamiento: 12 semanas.</p>	<p><b>Probióticos:</b>  <i>Lactobacillus acidophilus</i>  <i>Lactobacillus rhamnosus</i>  <i>Lactobacillus paracasei</i>  <i>Pediococcus pentosaceus</i>  <i>Bifidobacterium lactis</i>  <i>Bifidobacterium breve</i></p> <p>Con una dosis total de 109 UFC por 1.4 g de mezcla probiótica.</p>	<p>Los probióticos redujeron la grasa hepática y el IMC en pacientes con EHGNA. ↓                  La reducción de la grasa hepática fue mayor en el grupo de probióticos que en el grupo de placebo.                  También hubo una mayor pérdida de peso corporal y grasa visceral en el grupo de probióticos. ↓                  Se observaron cambios positivos en la composición del microbioma intestinal con el tratamiento probiótico. ↑                  Estos hallazgos respaldan el uso de probióticos como una intervención prometedora y segura para la EHGNA en pacientes obesos.</p> <p><u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u>  <b>Grupo Probiótico</b>                  Peso (kg):                  Valor inicial: 81.8 ± 13.6                  3 meses: 81.2 ± 13.5                  IMC (kg/m<sup>2</sup>):                  Valor inicial: 30.0 ± 3.6                  3 meses: 29.8 ± 3.6</p> <p><b>Grupo Placebo</b>                  Peso (kg):                  Valor inicial: 82.6 (79.3)                  3 meses: 83.4 (79.5)                  IMC (kg/m<sup>2</sup>):                  Valor inicial: 30.1 (29.1)                  3 meses: 30.4 (28.8)</p>
(Luis et al., 2010)	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	<p>Evaluar el impacto de una galleta enriquecida con <b>prebiótico</b> (inulina) en el perfil de riesgo cardiovascular de pacientes obesos, comparar los cambios en los niveles de colesterol, insulina y resistencia a la insulina entre los grupos que consumieron las galletas enriquecidas y el</p>	<p><u>Población de estudio:</u>                  Total: 34 pacientes obesos (IMC &gt; 30 kg/m<sup>2</sup>).</p> <p><u>Grupos de Tratamiento:</u>                  Grupo de Galleta (enriquecida con inulina):                  Mujeres: n= 13                  Hombres: n= 2                  Edad media: 55.1 ± 18.3 años</p>	<p>El <b>prebiótico</b> utilizado en el estudio fue la <b>inulina</b>, que se incluyó en las galletas enriquecidas como parte del tratamiento</p>	<p>Reducción significativa en los niveles de colesterol total y colesterol LDL: ↓                  Sin efectos secundarios gastrointestinales significativos: ↔                  Implicaciones:                  Posible beneficio cardiovascular de la inulina en esta población</p> <p><u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u>                  Grupo Probiótico:                  Peso (Kg):                  Inicial: 81.8 kg</p>



		grupo control, y examinar la tolerabilidad gastrointestinal de la inulina.	Grupo de Galleta (Placebo): Mujeres: n=13 Hombres: n= 2 Edad media: 57.0 ± 17.0 años Duración del tratamiento 4 semanas.		3 meses: 81.2 kg Diferencia: -0.6 kg IMC (kg/m <sup>2</sup> ): Inicial: 30.0 kg/m <sup>2</sup> 3 meses: 29.8 kg/m <sup>2</sup> Diferencia: -0.2 kg/m <sup>2</sup> Grupo Placebo: Peso (Kg): Inicial: 82.6 kg 3 meses: 83.4 kg Diferencia: +0.8 kg IMC (kg/m <sup>2</sup> ): Inicial: 30.1 kg/m <sup>2</sup> 3 meses: 30.4 kg/m <sup>2</sup> Diferencia: +0.3 kg/m <sup>2</sup>
(Othman et al., 2023)	Ensayo clínico controlado.	Evaluar los efectos de la suplementación con <b>prebióticos y probióticos</b> en la pérdida de peso, el perfil psicológico y los parámetros metabólicos en pacientes obesos. Se analizaron diferencias entre los grupos que recibieron dieta sola, prebióticos y probióticos, y se exploró el impacto en la composición corporal, incluyendo la masa grasa y la fuerza muscular.	<u>Población de estudio:</u> Total: 45 pacientes obesos (IMC ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> ) <u>Tratamiento:</u> Mujeres: n= 42 Hombres: n= 3 Edad media: 48.73 ± 7.7 años <u>Grupos de Tratamiento:</u> <b>Solo dieta:</b> Dieta baja en calorías sin intervención adicional. (n=15) <b>Prebióticos:</b> Dieta baja en calorías + 30 g de algarroba al día. (n=15) <b>Probióticos:</b> Dieta baja en calorías + una tableta de probióticos al día. (n=15) Duración del tratamiento 4 semanas	La especie de <b>probióticos</b> utilizada en el estudio incluyó <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i> , con una dosis diaria de 10 <sup>9</sup> UFC por cápsula.  El <b>prebiótico</b> utilizado fue la <b>algarroba</b>	Pérdida de peso significativa Mejoras en la composición corporal Mejoras en parámetros metabólicos Mejoras en el perfil psicológico  <u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u> Grupo de Dieta Únicamente Peso Inicial/final: 103.7 kg /101.2 kg Grupo de Prebióticos Peso Inicial/final: 103.5 kg / 101.6 kg Grupo de Probióticos Peso Inicial/final: 106.09 kg / 104.4 kg
(Sergeev et al., 2020)	Ensayo clínico controlado con placebo.	Evaluar cómo un suplemento <b>simbiótico</b> afecta la composición de la microbiota intestinal en personas participantes en un programa de pérdida de peso, y cómo esta modificación se relaciona con los cambios en la composición corporal y los	<u>Población de estudio:</u> Total: 40 pacientes con sobrepeso y obesidad IMC medio: 32.1 kg/m <sup>2</sup>  <u>Grupos de tratamiento:</u> Suplemento simbiótico (n = 10): - Hombres: n= 3	El componente <b>probiótico</b> del simbiótico utilizado en el estudio contenía <i>Lactobacillus acidophilus DDS-1</i> , <i>Bifidobacterium lactis UABla-12</i> , <i>Bifidobacterium longum UABl-14</i> y <i>Bifidobacterium bifidum UABb-10</i> con una dosis de 15 × 10 <sup>9</sup> UFC por cápsula.  El <b>prebiótico</b> utilizado fue una mezcla de galactooligosacáridos (GOS) conocida como	Aumento de bacterias intestinales beneficiosas con la suplementación simbiótica: ↑  Efecto poco destacado en la composición corporal: ↔  Disminución de la glucosa en sangre ↓ relacionada con aumento de Lactobacillus ↑  <u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u> Grupo Placebo Peso Inicial: 85.2 kg Peso Final: 83.5 kg

		biomarcadores de obesidad.	<p>- Mujeres: n= 7 Edad media: 47 años</p> <p>Grupo placebo (n = 10):</p> <p>- Hombres: n=2 - Mujeres: n=8 Edad media: 47 años</p> <p>+ Dieta baja en carbohidratos, alta en proteínas y restricción energética. Duración del tratamiento 12 semanas.</p>	trans-galactooligosacáridos (TGOS), administrada a una dosis diaria de 5.5 g.	<p>Diferencia de Peso: -1.7 kg</p> <p>Grupo Simbiótico</p> <p>Peso Inicial: 87.1 kg Peso Final: 84.8 kg Diferencia de Peso: -2.3 kg</p> <p>Grupo Placebo: 31.8 kg/m<sup>2</sup> → 31.2 kg/m<sup>2</sup> Grupo Simbiótico: 32.5 kg/m<sup>2</sup> → 31.7 kg/m<sup>2</sup></p>
(Jancy et al., 2020)	Ensayo clínico prospectivo y aleatorizado, con un diseño de un solo ciego.	Determinar cómo la reducción de la masa corporal con dieta y suplementos <b>simbióticos</b> afecta la composición del microbioma intestinal y la concentración de zonulina en individuos con exceso de peso.	<p><u>Población de estudio:</u></p> <p>Total: 56 individuos con sobrepeso y obesidad IMC medio: 34.0±6.9 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Tratamiento con simbióticos: Mujeres: n= 44 Hombres: n= 12 Edad media: 40.8 años ±14 años</p> <p>Duración del tratamiento 12 semanas.</p>	<p>Las cepas <b>probióticas</b> utilizadas fueron:</p> <p><i>Bifidobacterium lactis</i> (W51, NIZO 3680) con una concentración de al menos 2.8 × 10<sup>8</sup> UFC (unidades formadoras de colonias) por dosis.</p> <p><i>Lactobacillus acidophilus</i> (W52, NIZO 3882) con una concentración de al menos 1.2 × 10<sup>8</sup> UFC por dosis</p> <p><i>Lactobacillus paracasei</i> (W22, NIZO 3674) con una concentración de al menos 0.9 × 10<sup>8</sup> UFC por dosis</p> <p><i>Lactobacillus plantarum</i> (W20, NIZO 3672) con una concentración de al menos 1.1 × 10<sup>8</sup> UFC por dosis</p> <p><i>Lactobacillus salivarius</i> (W21, NIZO 3673) con una concentración de al menos 0.9 × 10<sup>8</sup> UFC por dosis.</p> <p><i>Lactococcus lactis</i> (W24, NIZO 3675) con una concentración de al menos 1.1 × 10<sup>8</sup> UFC por dosis.</p> <p>El <b>prebiótico</b> utilizado fue una combinación de <b>fructooligosacáridos (FOS) e inulina</b></p>	<p>Mejoras significativas en la composición de la microbiota intestinal Mejoras en la integridad de la barrera intestinal</p> <p>Reducción de la concentración de zonulina en las muestras fecales del grupo de simbióticos: ↓</p> <p><u>Diferencia de Peso e IMC entre Grupos</u></p> <p>Peso (Kg):</p> <p>Grupo Simbiótico</p> <p>Antes: 94.1 ± 18.6 kg Después: 88.8 ± 16.9 kg Reducción media: - 5.6 kg</p> <p>Grupo Placebo</p> <p>Antes: 99.2 ± 28.9 kg Después: 93.4 ± 26.7 kg Reducción media: 5.8 kg</p> <p>Índice de Masa Corporal (IMC):</p> <p>Grupo simbiótico</p> <p>Antes: 33.4 ± 6.5 kg/m<sup>2</sup> Después: 32.3 ± 6.7 kg/m<sup>2</sup> Reducción media: 1.1 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Grupo placebo:</p> <p>Antes: 34.4 ± 8.0 kg/m<sup>2</sup> Después: 32.4 ± 7.1 kg/m<sup>2</sup> Reducción media: 2.0 kg/m<sup>2</sup>.</p>

Fuente: Elaboración propia

## DISCUSIÓN

La revisión sistemática destaca la importancia de la microbiota intestinal en la salud metabólica, especialmente en individuos con sobrepeso u obesidad. Estas condiciones se caracterizan por alteraciones en la microbiota, como una disminución en su diversidad y un aumento de bacterias proinflamatorias. Este desequilibrio fomenta la inflamación sistémica y contribuye a una mayor permeabilidad intestinal, facilitando la translocación de endotoxinas bacterianas como los lipopolisacáridos, lo que aumenta el riesgo de enfermedades crónicas, especialmente con el envejecimiento.

Varios estudios han investigado la relación entre la suplementación con probióticos y los cambios en la microbiota intestinal, revelando un aumento significativo en especies bacterianas beneficiosas en comparación con el grupo placebo. Entre estas especies se encuentran *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium lactis* y *Bifidobacterium breve*, así como *Lactobacillus spp.*, pertenecientes a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Ahn et al., 2019; Sergeev et al., 2020; Pagliai et al., 2023; Janczy et al., 2020; Hemalatha et al., 2014).

La suplementación con probióticos ha demostrado reducir la presencia de ciertos géneros bacterianos. En el estudio de Chen et al. (2019), se observaron diferencias significativas en los taxones del filo Firmicutes entre los grupos que consumieron yogur, que contiene las especies *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se encontró una disminución notable en la abundancia de varios taxones de este filo, como las clases *Clostridia* y *Erysipelotrichia*. Esta reducción podría ayudar a mantener un microbioma intestinal más equilibrado y disminuir el riesgo de enfermedades asociadas con trastornos gastrointestinales inflamatorios y condiciones metabólicas como la obesidad y la hipercolesterolemia (Cruz-Morales et al., 2019; Kaakoush, 2015).

Por otro lado, se observó un incremento en la abundancia de ciertos taxones de la clase *Negativicutes*, como el género *Phascolarctobacterium*, en comparación con la leche (grupo placebo). Este aumento se correlacionó con mejoras en la producción de SCFA, una reducción en los marcadores inflamatorios y una mejora en el metabolismo lipídico (Chen et al., 2019).

En otro estudio, se observó una reducción significativa en la relación Firmicutes: Bacteroidota (F/B) en el grupo que recibió probióticos, con un aumento en el filo Firmicutes, concretamente en el género *Succinivibrionaceae* (Pagliai et al., 2023). Este género participa en la fermentación del succinato, lo que resulta en la producción de propionato, un ácido graso beneficioso para la salud intestinal. Su presencia se ha asociado con efectos positivos en la salud metabólica e intestinal, como la reducción del colesterol y mejoras en el metabolismo de la glucosa ya que actúa como regulador de la enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA paso limitante en la biosíntesis del colesterol (Escudero Álvarez & González

Sánchez, 2006). Además, se observó una disminución en los géneros *Hafnia-Obesumbacterium* y *Romboutsia*. Una menor abundancia de estos géneros está asociada con niveles más bajos de colesterol LDL y una mayor ingesta de fibra, por lo que podrían tener efectos beneficiosos en la salud metabólica y el perfil lipídico, especialmente en individuos con sobrepeso u obesidad (Pagliai et al., 2023).

En relación con esto, la combinación de la suplementación de probióticos con omega-3 también muestra cambios significativos en la composición de la microbiota intestinal, con un aumento en bacterias beneficiosas de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Streptococcus* (Hemalatha et al., 2014).

Además, el estudio de Janczy et al. (2020) revela una disminución significativa en bacterias proteolíticas con el consumo de simbióticos, como *E. coli*, *Proteus spp.* y *Pseudomonas spp.* Algunas cepas de *E. coli* pueden causar enfermedades intestinales y extraintestinales, mientras que *Proteus spp.* está asociado con enfermedades inflamatorias intestinales como la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa. Por otro lado, *Pseudomonas* es un patógeno oportunista que afecta a individuos con sistemas inmunes debilitados (Janczy et al., 2020). De manera similar, el estudio de Sergeev et al. (2020) también destacó cambios significativos en la composición de la microbiota intestinal inducidos por el uso de simbióticos, en comparación con el grupo placebo. Se evidenció un incremento notable en la presencia de varios géneros bacterianos beneficiosos, como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*. Estos resultados sugieren que los suplementos con simbióticos podrían mejorar la salud intestinal al promover cambios beneficiosos en la composición de la microbiota (Sergeev et al., 2020).

Se evaluó el perfil lipídico en cinco estudios, de los cuales cuatro se centraron exclusivamente en probióticos. Estos estudios utilizaron bacterias de varios géneros y especies, incluyendo *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *L. plantarum*), *Pediococcus pentosaceus*, *Bifidobacterium* (*B. lactis*, *B. breve*, *B. longum*, *B. infantis*), *Streptococcus* (*S. salivarius*, *S. thermophilus*) y *Bacillus subtilis* (Ahn et al., 2019; Hemalatha et al., 2014; Culpepper et al., 2019; Chen et al., 2019). En un estudio utilizaron prebióticos, específicamente inulina (Luis et al., 2010). En todos estos estudios, la suplementación resultó en un aumento significativo del colesterol HDL y una disminución del colesterol LDL, colesterol total, triglicéridos y VLDL. Además, se observaron mejoras aún más significativas en los niveles de HDL y LDL con la combinación de probióticos (*S. salivarius*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. breve*, *L. acidophilus*, *L. paracasei*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *L. plantarum*) y omega-3 (Hemalatha et al., 2014; Culpepper et al., 2019).

En cuanto a la resistencia a la insulina (IR), los estudios revisados muestran resultados variados. En tres estudios, se encontró una reducción significativa en los niveles de glucosa en sangre en ayunas y en

los niveles de insulina después de la suplementación (Hemalatha et al., 2014; Chen et al., 2019; Othman et al., 2023). El consumo de yogur tuvo efectos significativos en la resistencia a la insulina, reduciendo de manera significativa los valores medios de HOMA-IR, así como los niveles de insulina en ayunas, insulina a las 2 horas y el área bajo la curva de insulina a las 2 horas, en comparación con el consumo de leche (grupo placebo). Además, se observó una tendencia no significativa hacia una disminución en los niveles de glucosa en sangre en ayunas en el grupo que consumió yogur (Chen et al., 2019). En otro estudio, con suplementación prebiótica, aunque se detectó una disminución en los niveles de insulina y resistencia a la insulina, estos cambios no alcanzaron significación estadística (Luis et al., 2010).

Sin embargo, en otros tres estudios, no se encontraron diferencias significativas en los niveles plasmáticos de glucosa y resistencia a la insulina entre los grupos que recibieron probióticos y el grupo de placebo (Culpepper et al., 2019; Kopp et al., 2023; Ahn et al., 2019).

Los marcadores inflamatorios, también fueron evaluados en algunos de los estudios revisados, el factor de necrosis tumoral (TNF)- $\alpha$  y la interleucina-6 (IL-6), son sustancias inflamatorias producidas en mayores cantidades en personas con obesidad. Estas sustancias contribuyen a la resistencia a la insulina, el TNF- $\alpha$  bloquea la capacidad de la insulina para activar procesos clave dentro de las células, como la captación de glucosa, y reduce la expresión de transportadores de glucosa. Además, la IL-6 interfiere con la señalización de la insulina y promueve la liberación de ácidos grasos desde las células de grasa. Por otra parte, el desequilibrio entre ácidos grasos omega-6 (n-6) y omega-3 (n-3) promueve la inflamación crónica, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad. En cinco estudios, se evidenció una reducción significativa en los niveles de TNF- $\alpha$  e IL-6 en los grupos de tratamiento (Ahn et al., 2019; Szulińska et al., 2018; Hemalatha et al., 2014; Kopp et al., 2023; Chen et al., 2019). Específicamente, un estudio que analizó la combinación de probióticos y omega-3 encontró una disminución significativa en los niveles de proteína C-reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP), IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$  e IL-6, indicando un efecto antiinflamatorio (Hemalatha et al., 2014).

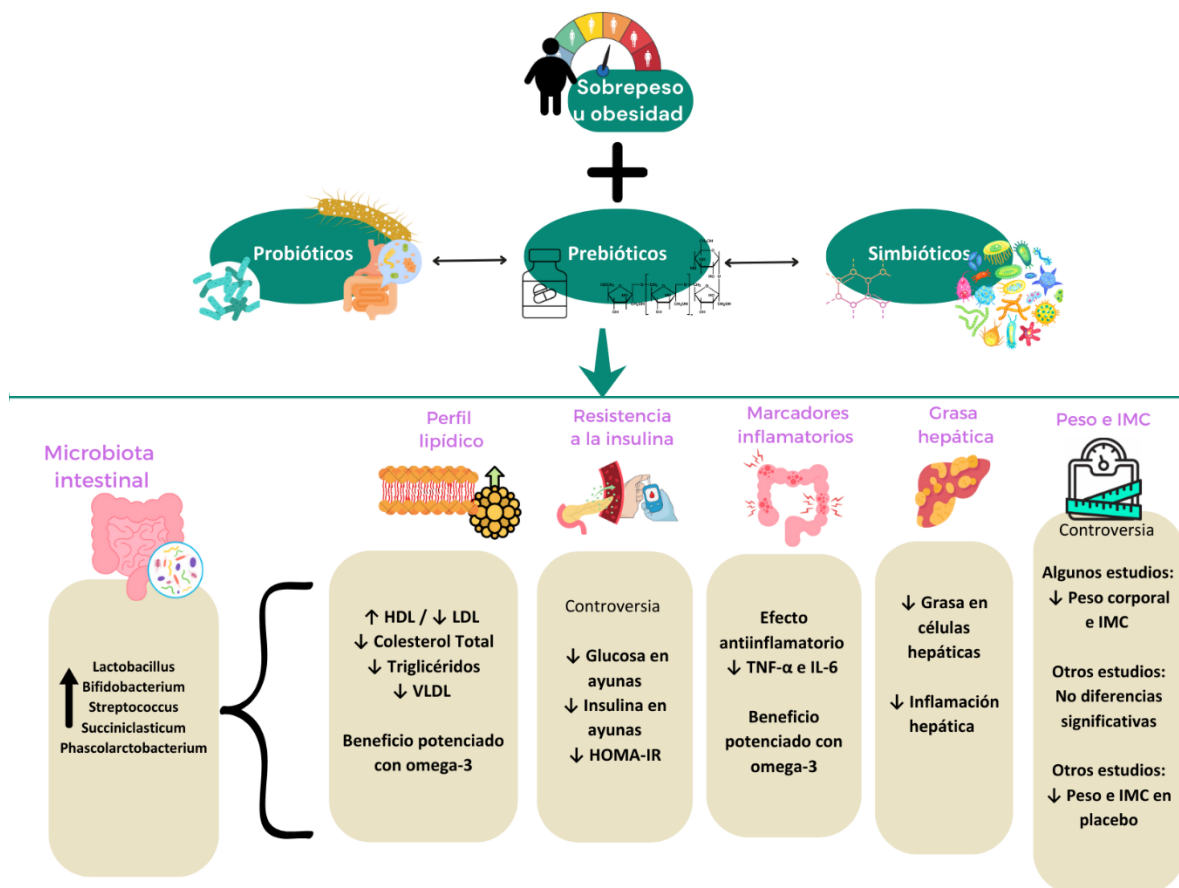
Sin embargo, un estudio mostró un aumento significativo en los niveles de hs-CRP, que promueve la inflamación, en el grupo de tratamiento, aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos después del tratamiento (Kopp et al., 2023). Además, en el grupo de tratamiento se observó una reducción significativa en la proporción de marcadores inflamatorios n-6 a n-3, así como una disminución en la relación ácido araquidónico (derivado de los ácidos grasos omega-6) a ácido eicosapentaenoico (derivado de los ácidos grasos omega-3). Estos cambios indican un efecto antiinflamatorio del tratamiento, ya que una menor proporción de ácido araquidónico con respecto al ácido eicosapentaenoico suele asociarse con una respuesta inflamatoria reducida (Kopp et al., 2023).

El hígado graso o esteatosis hepática es la acumulación excesiva de grasa en las células del hígado debido al aumento en la liberación de ácidos grasos en la sangre. Esto lleva a una mayor síntesis y almacenamiento de triglicéridos en el hígado. Con el tiempo, puede provocar inflamación, fibrosis e incluso cirrosis hepática, siendo común en personas con obesidad y asociado al síndrome metabólico (Enrique & Aluett, 2009). Dos estudios que utilizaron suplementos con probióticos, incluyendo géneros como *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium* y *Streptococcus*, han evaluado esta condición y demostraron una reducción significativa como resultado del tratamiento, mientras que el grupo control que recibió placebo no mostró esta disminución (Ahn et al., 2019; Chen et al., 2019).

Respecto a los efectos sobre el peso y el IMC, en tres estudios con probióticos pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus* y *Lactiplantibacillus*, y en un estudio con prebióticos que incluía inulina, hubo una disminución significativa en el peso corporal, alcanzando su punto máximo al final del período de estudio y logrando un IMC saludable (Michael et al., 2021; Ahn et al., 2019; Pagliai et al., 2023; Luis et al., 2010). En contraste, el grupo placebo también experimentó una pérdida de peso inicial, pero volvió a ganar peso cerca de los valores iniciales después de unos meses (Michael et al., 2021; Ahn et al., 2019; Luis et al., 2010). En un estudio con simbióticos que contenían los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* junto con galactooligosacáridos, se observó una disminución en el peso corporal y el IMC, aunque las diferencias fueron mínimas y no estadísticamente significativas (Sergeev et al., 2020). En cuatro estudios, no se calculó la diferencia de peso o IMC (Skrypnik et al., 2019; Szulińska et al., 2018; Kopp et al., 2023; Hemalatha et al., 2014). En tres estudios, se observó una mayor reducción del peso y del IMC en los grupos que tomaban placebo en comparación con aquellos que tomaron suplementos de géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, y *Streptococcus* junto con algarroba, fructooligosacáridos (FOS) e inulina (Othman et al., 2023; Janczy et al., 2020). En el estudio de Chen, la mejora de IMC no fue estadísticamente significativa (Chen et al., 2019). Además, en uno de estos estudios, se encontró una correlación significativa y positiva entre el probiótico *Lactobacillus* y el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura y la masa grasa corporal (Sergeev et al., 2020). En un estudio, se observó que los géneros bacterianos *Oscillibacter* y *Faecalibacterium* aumentaron en pacientes que redujeron su índice de masa corporal. Sin embargo, en aquellos que aumentaron su IMC, también se notó un incremento significativo en los niveles de *Oscillibacter*, *Faecalibacterium*, *Ruminococcus* y *Dorea*. Mientras que el aumento de *Faecalibacterium* indica una mejora en la salud intestinal, el incremento de *Oscillibacter* está asociado con la obesidad y la inflamación intestinal (Ahn et al., 2019).

Sin embargo, durante el estudio (Othman et al., 2023), se observaron efectos secundarios, como diarrea en algunos casos, lo que subraya la importancia de una supervisión cuidadosa durante la suplementación inicial con probióticos y prebióticos.

**Figura 3: Efectos de los probióticos, prebióticos y simbióticos en el sobrepeso y la obesidad: Mejora de biomarcadores mediante la modulación de la microbiota intestinal.**



Fuente: Elaboración propia

Nota: Las flechas apuntando hacia arriba (↑) indican un aumento, mientras que las flechas hacia abajo (↓) señalan una reducción.

### EFFECTOS GENERALES SOBRE LA SALUD

La evidencia sugiere que la suplementación con probióticos, prebióticos y simbióticos puede mejorar significativamente la salud de individuos con sobrepeso y obesidad. Especies probióticas como *Lactobacillus acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Bifidobacterium lactis*, *B. breve*, *L. plantarum*, *B. longum*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* han demostrado capacidad para restablecer una microbiota intestinal saludable (Ahn et al., 2019; Sergeev et al., 2020; Pagliai et al., 2023; Janczy et al., 2020; Hemalatha et al., 2014). Estas especies promueven la integridad de la barrera intestinal y

reducen la translocación de lipopolisacáridos, mitigando potencialmente la inflamación sistémica asociada con el sobrepeso y la obesidad.

Después de revisar los artículos, se puede concluir que una microbiota intestinal saludable se caracteriza por su diversidad y por mantener un equilibrio adecuado entre las bacterias, como la relación entre los filos Firmicutes y Bacteroidota, que son los más predominantes en el intestino humano y desempeñan roles clave en el metabolismo y la inflamación (Larsen et al., 2013; Asadi et al., 2022; Fontané et al., 2018; El-Sayed et al., 2021; Chen et al., 2019; Pagliai et al., 2023). En individuos con sobrepeso u obesidad, se observa un aumento en las bacterias del filo Firmicutes, junto con una disminución en las bacterias del filo Bacteroidota. Este desequilibrio contribuye a la inflamación sistémica y a la permeabilidad intestinal, debido a la producción de lipopolisacáridos que pueden translocarse desde el intestino al torrente sanguíneo (Larsen et al., 2013; Asadi et al., 2022; Fontané et al., 2018).

La mejora en la permeabilidad intestinal mediante la suplementación puede reducir la endotoxemia y la inflamación hepática, contribuyendo a prevenir la acumulación de grasa en el hígado (Michael et al., 2021). Sin embargo, es crucial considerar que el estilo de vida, incluida la dieta, influye significativamente en la composición de la microbiota intestinal. Por ejemplo, la adherencia a una dieta mediterránea promueve bacterias beneficiosas y reduce las proinflamatorias, complementando los efectos positivos de la suplementación (Aragón-Vela et al., 2021; Álvarez et al., 2021). Esta combinación puede mejorar la resistencia a la insulina, disminuyendo el riesgo de trastornos inflamatorios asociados con la obesidad (Janczy et al., 2020). Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales, no todos los estudios han demostrado diferencias significativas en la resistencia a la insulina debido al corto tiempo de intervención y al tamaño de la muestra, con un número bajo de participantes.

Los ácidos grasos de cadena corta, producidos por bacterias intestinales, desempeñan un papel crucial en la salud intestinal y metabólica (Kopp et al., 2023; Ahn et al., 2019; Chen et al., 2019; Hemalatha et al., 2014; Culpepper et al., 2019; Asadi et al., 2022; Álvarez et al., 2021; M. J. Hill, 1997; Karl et al., 2017). Estos compuestos no solo ayudan a reducir la inflamación y mejorar la salud intestinal, sino que también regulan el metabolismo energético. Mantener un equilibrio adecuado entre las bacterias Firmicutes y Bacteroidota, junto con la promoción de bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta, es fundamental especialmente en este grupo de población (Asadi et al., 2022; Álvarez et al., 2021; M. J. Hill, 1997; Karl et al., 2017).



La suplementación con probióticos no solo regula el sistema inmunológico y reduce la inflamación, como se evidencia en la disminución de los marcadores inflamatorios (Ahn et al., 2019; Szulińska et al., 2018; Hemalatha et al., 2014; Kopp et al., 2023; Chen et al., 2019), sino que también mejora el perfil lipídico. La inclusión de géneros bacterianos probióticos, como *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium* y *Bacillus subtilis*, junto con prebióticos como la inulina, tiene efectos positivos en los niveles de colesterol HDL y la reducción de LDL, triglicéridos y VLDL, sugiriendo un potencial impacto en la reducción del riesgo cardiovascular (Ahn et al., 2019; Hemalatha et al., 2014; Culpepper et al., 2019; Chen et al., 2019; Luis et al., 2010). Además, la combinación de suplementos probióticos con ácidos grasos omega-3 parece mejorar estos efectos, no solo reduciendo los marcadores inflamatorios sino también elevando los niveles de colesterol HDL (Hemalatha et al., 2014; Culpepper et al., 2019).

El análisis de los estudios mostró resultados variados sobre el efecto de los probióticos y simbióticos en el peso corporal e IMC. Esta variabilidad sugiere la influencia de múltiples factores y posibles interacciones complejas que afectan los resultados observados. Por un lado, los estudios que utilizaron diversas cepas probióticas, como *Lactobacillus acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Bifidobacterium lactis*, entre otras, mostraron una reducción significativa en el peso corporal e IMC (Michael et al., 2021; Ahn et al., 2019; Pagliai et al., 2023). Por otro lado, un estudio que utilizó simbióticos con componente probiótico que contenía *Lactobacillus acidophilus* DDS-1, *Bifidobacterium lactis* UABla-12, *B. longum* UABl-14 y *B. bifidum* UABb-10, combinado con un prebiótico de galactooligosacáridos, no mostró diferencias estadísticamente significativas en el peso e IMC en comparación con el grupo control (Sergeev et al., 2020). Otros estudios que emplearon simbióticos con una variedad de especies y cepas, como *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *B. lactis* (W51, NIZO 3680), *L. salivarius* (W21, NIZO 3673), entre otros, junto con un prebiótico de algarroba combinado con FOS e inulina, mostraron una mayor reducción en el peso e IMC en el grupo placebo en comparación con el grupo de tratamiento. (Othman et al., 2023; Janczy et al., 2020)

La disparidad en los resultados plantea interrogantes sobre la efectividad de los prebióticos, probióticos y simbióticos en la reducción de peso. Uno de los mayores limitantes para observar cambios en el peso podría ser la duración del estudio. Los estudios de Chen et al. (2019) y Michael et al. (2021) duraron 24 semanas, ambos con probióticos. El peso se modificó estadísticamente en ambos casos (aunque no el IMC). Los cambios metabólicos, que son muy sutiles, pueden requerir de un periodo de tiempo mucho más largo para tener finalmente un reflejo en el IMC o el peso. Además, el tipo prebiótico podría influir también en la variabilidad del peso corporal en el estudio de Luis et al.

(2010) que incluía inulina, hubo una disminución significativa en el peso corporal, alcanzando su punto máximo al final del período de estudio y logrando un IMC saludable. En los estudios de Sergeev et al. (2020) y Othman et al. (2023), se emplean prebióticos como la algarroba o galactooligosacáridos. Tanto los galactooligosacáridos como la algarroba son fuentes de fibra soluble, pero difieren en su fermentabilidad intestinal. Los galactooligosacáridos tienen la capacidad de formar un retículo en disoluciones enzimáticas acuosas, lo que les otorga una alta viscosidad y una mayor fermentabilidad en el intestino. En contraste, aunque la algarroba contiene fibras solubles, su alta concentración de polifenoles insolubles puede ralentizar y limitar la fermentación intestinal. Esto podría afectar tanto la velocidad como el grado de fermentación de la algarroba en el intestino. Por lo tanto, es importante considerar estos factores al elegir el tipo de suplementación prebiótica (Cejudo et al., 2020; Martín Ortiz et al., 2022)

Además, es importante considerar la composición inicial de la microbiota intestinal de los participantes. La falta de estandarización en la selección de cepas probióticas también puede contribuir a las disparidades observadas en los resultados.

## LIMITACIONES

---

A pesar de los resultados prometedores, es fundamental reconocer algunas limitaciones en los estudios revisados. Muchos de ellos tienen muestras pequeñas y períodos de estudio limitados, lo que dificulta extrapolar los hallazgos a la población general. Además, se han observado diferencias significativas en las características iniciales entre los grupos de tratamiento y placebo en algunos estudios, lo que podría influir en la interpretación de los efectos de los suplementos en la salud. Otra limitación es la mayor proporción de participantes mujeres en los estudios analizados. Sin embargo, según los datos más recientes de la OMS en 2022, se observa una prevalencia similar de obesidad y sobrepeso entre ambos géneros, esta diferencia podría limitar la generalización de los resultados a la población general.

## FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

---

Para avanzar en este campo, futuras investigaciones deberían enfocarse en estudios clínicos con períodos de seguimiento prolongados para validar estos hallazgos. Sería beneficioso explorar combinaciones de especies y cepas probióticas con otros suplementos, como ácidos grasos omega-3, para evaluar posibles beneficios adicionales. Además, equilibrar la participación de géneros en estudios futuros ayudaría a garantizar que los resultados sean aplicables de manera más amplia.

## CONCLUSIONES

Los estudios revisados sugieren que los probióticos, prebióticos y simbióticos pueden ser efectivos en adultos con sobrepeso u obesidad.

**Microbiota intestinal:** La suplementación con probióticos, prebióticos o simbióticos aumenta especies bacterianas beneficiosas de los géneros (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Succiniclaticum*) y reduce géneros perjudiciales (*Clostridia* y *Erysipelotrichia*). Este aumento de bacterias beneficiosas se traduce en una mejora de biomarcadores importantes para la salud, lo que contribuye a la mejora general de la salud en este grupo de población. Además, la combinación de los suplementos con ácidos grasos omega-3 refuerza estos efectos positivos.

**Perfil lipídico:** La suplementación con probióticos junto con prebióticos como la inulina ha demostrado aumentar significativamente el colesterol HDL y reducir el colesterol LDL, el colesterol total, los triglicéridos y VLDL.

**Resistencia a la insulina:** La administración con probióticos ha mostrado resultados variados en la resistencia a la insulina. Algunos estudios reportan una reducción significativa en los niveles de glucosa y resistencia a la insulina, mientras que otros no encuentran diferencias significativas.

**Marcadores inflamatorios:** Los probióticos, prebióticos y simbióticos reducen los marcadores inflamatorios como el TNF- $\alpha$  e IL-6.

**Peso y el IMC:** los resultados sobre peso corporal e IMC no son concluyentes, aunque en algunos estudios se ha observado la reducción significativa en otros no se observan esas diferencias.

La suplementación con probióticos, prebióticos y simbióticos es un método eficaz y no invasivo con múltiples beneficios. Además de promover un microbioma equilibrado, se observa una mejora significativa en el perfil lipídico, una reducción notable en la inflamación y la grasa hepática, junto con efectos sobre el peso y el IMC.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abenavoli, L., Scarpellini, E., Colica, C., Boccuto, L., Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Aiello, V., Romano, B., De Lorenzo, A., Izzo, A. A., & Capasso, R. (2019). Gut microbiota and obesity: A role for probiotics. *Nutrients*, *11*(11), 2690. <https://doi.org/10.3390/nu11112690>
- AESAN - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2020). Probióticos en los alimentos. [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/probioticos.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/probioticos.htm)
- Ahn, S. B., Jun, D. W., Kang, B. K., Lim, J. H., Lim, S., & Chung, M. J. (2019). Randomized, double-blind, placebo-controlled study of a multispecies probiotic mixture in nonalcoholic fatty liver disease. *Scientific Reports*, *9*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42059-3>
- Álvarez, J., Real, J. M. F., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J. M., De Pipaón, M. S., & Sanz, Y. (2021). Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*, *44*(7), 519-535. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>
- Aragón-Vela, J., Solis-Urra, P., Ruiz-Ojeda, F. J., Álvarez-Mercado, A. I., Olivares-Arancibia, J., & Plaza-Díaz, J. (2021). Impact of exercise on gut microbiota in obesity. *Nutrients*, *13*(11), 3999. <https://doi.org/10.3390/nu13113999>
- Asadi, A., Mehr, N. S., Mohamadi, M. H., Shokri, F., Heidary, M., Sadeghifard, N., & Khoshnood, S. (2022). Obesity and gut–microbiota–brain axis: A narrative review. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, *36*(5). <https://doi.org/10.1002/jcla.24420>
- Cani, P. D., Lecourt, E., Dewulf, E. M., Sohet, F. M., Pachikian, B. D., Naslain, D., De Backer, F., Neyrinck, A. M., & Delzenne, N. M. (2009). Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *90*(5), 1236-1243. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28095>
- Castañeda Guillot, C. (2018). Actualización en prebióticos. *Revista Cubana de Pediatría*, *90*(4). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312018000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000400008)
- Cejudo, P. S., Codina, S. B., González, A. M., & Sánchez-Muniz, F. J. (2020). Functional foods as an alternative to increase the consumption of dietary fiber and proanthocyanidins. Possible effects on the gut microbiota. *Journal Of Negative And No Positive Results: JONNPR*, *5*(12), 1575-1598. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3990>
- Chen, Y., Feng, R., Yang, X., Dai, J., Huang, M., Ji, X., Li, Y., Okekunle, A. P., Gao, G., Onwuka, J. U., Pang, X., Wang, C., Li, C., Li, Y., & Sun, C. (2019). Yogurt improves insulin resistance and liver fat in obese women with nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *109*(6), 1611–1619. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy358>
- Cheng, Z., Zhang, L., Yang, L., & Chu, H. (2022). The critical role of gut microbiota in obesity. *Frontiers In Endocrinology*, *13*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.1025706>
- Cruz-Morales, P., Orellana, C. A., Moutafis, G., Moonen, G., Rincon, G., Nielsen, L. K., & Marcellin, E. (2019). Revisiting the Evolution and Taxonomy of Clostridia, a Phylogenomic Update. *Genome Biology And Evolution*, *11*(7), 2035-2044. <https://doi.org/10.1093/gbe/evz096>
- Culpepper, T., Rowe, C. C., Rusch, C., Burns, A. M., Federico, A., Girard, S., Tompkins, T. A., Nieves, C., Dennis-Wall, J. C., Christman, M. C., & Langkamp-Henken, B. (2019). Three probiotic strains exert different effects on plasma bile acid profiles in healthy obese adults: randomised, double-blind placebo-controlled crossover study. *Beneficial Microbes*, *10*(5), 497–509. <https://doi.org/10.3920/bm2018.0151>
- El-Sayed, A., Aleya, L., & Kamel, M. S. (2021). Microbiota's role in health and diseases. *Environmental Science And Pollution Research International*, *28*(28), 36967-36983. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14593-z>
- Enrique, M. S. P., & Aluett, N. P. (2009). Consecuencias de la obesidad. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352009001000006&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352009001000006&script=sci_arttext)

Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria: órgano oficial de la Sociedad española de Nutrición Parenteral y Enteral*, 21, 61–72.

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0212-16112006000500007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112006000500007)

Fontané, L., Benaiges, D., Goday, A., Llauradó, G., & Pedro-Botet, J. (2018). Influence of the microbiota and probiotics in obesity. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 30(6), 271-279.

<https://doi.org/10.1016/j.artere.2018.10.002>

Guillot, C. D. C. (2017). Microbiota intestinal, probióticos y prebióticos. Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233760>

Hemalatha, R., Mahmood, N., Kumar, M., Varikuti, S. R., Challa, H. R., & Myakala, S. P. (2014). Effect of probiotic (VSL#3) and omega-3 on lipid profile, insulin sensitivity, inflammatory markers, and gut colonization in overweight adults: a randomized, controlled trial. *Mediators of Inflammation*, 2014, 1–8.

<https://doi.org/10.1155/2014/348959>

Hill, M. J. (1997). Intestinal flora and endogenous vitamin synthesis. *European Journal of Cancer Prevention*, 6(2), S43.

[https://journals.lww.com/eurjcancerprev/Abstract/1997/03001/Intestinal\\_flora\\_and\\_endogenous\\_vitamin\\_synthesis.9.aspx](https://journals.lww.com/eurjcancerprev/Abstract/1997/03001/Intestinal_flora_and_endogenous_vitamin_synthesis.9.aspx)

Janczy, A., Aleksandrowicz-Wrona, E., Kochan, Z., & Małgorzewicz, S. (2020). Impact of diet and synbiotics on selected gut bacteria and intestinal permeability in individuals with excess body weight – A Prospective, Randomized Study. *Acta Biochimica Polonica*. [https://doi.org/10.18388/abp.2020\\_5443](https://doi.org/10.18388/abp.2020_5443)

Kaakoush, N. O. (2015). Insights into the Role of Erysipelotrichaceae in the Human Host. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2015.00084>

Karl, J. P., Meydani, M., Barnett, J. B., Vanegas, S. M., Barger, K., Fu, X., Goldin, B., Kane, A., Rasmussen, H., Vangay, P., Knights, D., Jonnalagadda, S. S., Saltzman, E., Roberts, S. B., Meydani, S. N., & Booth, S. L. (2017). Fecal concentrations of bacterially derived vitamin K forms are associated with gut microbiota composition but not plasma or fecal cytokine concentrations in healthy adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(4), 1052-1061. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.155424>

Kopp, L., Schweinlin, A., Tingö, L., Hutchinson, A. N., Feit, V., Jähnichen, T., Lehnert, K., Vetter, W., Rings, A., Jensen, M. G., Brummer, R. J., & Bischoff, S. C. (2023). Potential modulation of inflammation and physical function by combined probiotics, omega-3 supplementation and vitamin D supplementation in overweight/obese patients with chronic low-grade inflammation: A randomized, placebo-controlled trial. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(10), 8567. <https://doi.org/10.3390/ijms24108567>

Larsen, N., Vogensen, F. K., Gøbel, R. J., Michaelsen, K. F., Forssten, S. D., Lahtinen, S. J., & Jakobsen, M. (2013). Effect of *Lactobacillus salivarius* Ls-33 on fecal microbiota in obese adolescents. *Clinical Nutrition*, 32(6), 935-940. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2013.02.007>

Li, H., Zhou, D., Gan, R., Huang, S., Zhao, C., Shang, A., Xu, X., & Li, H. (2021). Effects and mechanisms of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics on metabolic diseases Targeting gut microbiota: A Narrative review. *Nutrients*, 13(9), 3211. <https://doi.org/10.3390/nu13093211>

Liu, B., Liu, X., Liang, Z., & Wang, J. (2021). Gut microbiota in obesity. *World Journal of Gastroenterology*, 27(25), 3837–3850. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i25.3837>

Luis, D. A., De la Fuente, B., Izaola, O., Conde, R., Gutiérrez, S., Morillo, M., & C, T. T. (2010). Ensayo clínico aleatorizado con una galleta enriquecida en inulina en el patrón de riesgo cardiovascular de pacientes obesos. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112010000100008](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000100008)

Martín Ortiz, A., Sanz, M. L., & Ruiz Matute, A. I. (2022, 9 junio). *Probióticos y prebióticos*. DIGITAL.CSIC. <https://digital.csic.es/handle/10261/272040>

- Michael, D. R., Davies, T., Jack, A. A., Masetti, G., Marchesi, J. R., Wang, D., Mullish, B. H., & Plummer, S. (2021). Daily supplementation with the Lab4P probiotic consortium induces significant weight loss in overweight adults. *Scientific Reports*, *11*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78285-3>
- National Institutes of Health. (2022). Probióticos. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Probiotics-DatosEnEspañol/>
- Olveira, G., & González-Molero, I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición*, *63*(9), 482-494. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2016.07.006>
- Othman, R. B., Amor, N. B., Mahjoub, F., Berriche, O., Ghali, C. E., Gamoudi, A., & Jamoussi, H. (2023). A clinical trial about effects of prebiotic and probiotic supplementation on weight loss, psychological profile and metabolic parameters in obese subjects. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, *6*(2). <https://doi.org/10.1002/edm2.402>
- Pagliai, G., Coman, M. M., Baldi, S., Dinu, M., Nannini, G., Russo, E., Curini, L., Colombini, B., Lotti, S., Pallecchi, M., Di Gloria, L., Bartolucci, G., Ramazzotti, M., Verdenelli, M. C., Sofi, F., & Amedei, A. (2023). Effects of the probiotic Lactiplantibacillus plantarum IMC 510® on body composition, biochemical parameters, gut microbiota composition and function, and clinical symptoms of overweight/obese subjects. *Frontiers in Nutrition*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1142527>
- Prados-Bo, A., Gómez-Martínez, S., Nova, E., & Marcos, A. (2015). El papel de los probióticos en el manejo de la obesidad. *Redalyc.org*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309238517002>
- Quigley, E. M. (2019). Prebiotics and probiotics in digestive health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, *17*(2), 333-344. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2018.09.028>
- Ramos-Cormenzana, A., Monteoliva Sánchez, M., & E. Nader Macías, F. (2013). *Probióticos y Salud* (2.ª ed.). Díaz de Santos, S.A. [https://books.google.es/books/about/Probi%C3%B3ticos\\_y\\_salud.html?id=euuODwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.es/books/about/Probi%C3%B3ticos_y_salud.html?id=euuODwAAQBAJ&redir_esc=y)
- Requena, T., Barroso, E., García-Cayuela, T., Bustos, I., Martínez-Cuesta, M. C., & Peláez, C. (2014, 21 julio). Papel de la microbiota intestinal en la obesidad humana. Empleo de prebióticos y probióticos. *DIGITAL.CSIC*. <https://digital.csic.es/handle/10261/100212>
- Sandoya, E., Schwedt, E., Moreira, V., Schettini, C., Bianchi, M., & Senra, H. (2007). Obesidad en adultos: prevalencia y evolución. [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-04202007000200008&script=sci\\_arttext#2](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-04202007000200008&script=sci_arttext#2)
- Sergeev, I., Aljutaily, T., Walton, G., & Huarte, E. (2020). Effects of synbiotic supplement on human gut microbiota, body composition and weight loss in obesity. *Nutrients*, *12*(1), 222. <https://doi.org/10.3390/nu12010222>
- Skrypnik, K., Bogdański, P., Sobieska, M., & Suliburska, J. (2019). The effect of multistrain probiotic supplementation in two doses on iron metabolism in obese postmenopausal women: a randomized trial. *Food & Function*, *10*(8), 5228–5238. <https://doi.org/10.1039/c9fo01006h>
- Szulińska, M., Łoniewski, I., Skrypnik, K., Sobieska, M., Korybalska, K., Suliburska, J., & Bogdański, P. (2018). Multispecies probiotic supplementation favorably affects vascular function and reduces arterial stiffness in obese postmenopausal women: A 12-week placebo-controlled and randomized clinical study. *Nutrients*, *10*(11), 1672. <https://doi.org/10.3390/nu10111672>
- World Health Organization. (2024, 1 marzo). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- World Obesity Federation Global Obesity Observatory. (2020). *World Obesity Federation Global Obesity Observatory*. <https://data.worldobesity.org/>

ANEXOS

**Anexo 1: Principales bacterias y arqueas en la microbiota intestinal humana.**

Dominio	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	
Bacteria	Bacteroidota	Bacteroidia	Bacteroidales	Bacteroidaceae	<i>Bacteroides</i>	
				Prevotellaceae	<i>Prevotella</i> <i>xylanibacter</i>	
				Rikenellaceae	<i>Rikenella</i>	
	Firmicutes	Clostridia	Clostridiales	clostridiaceae	<i>clostridium</i>	
				Ruminococcaceae	<i>Faecalibacterium</i>	
					<i>Ruminococcus</i>	
					<i>Oscillibacter</i>	
				Peptostreptococcaceae	<i>Peptostreptococcus</i>	
				Acidaminococcaceae	<i>Succiniclasticum</i>	
				Eubacteriaceae	<i>Eubacterium</i>	
				Veillonellaceae	<i>Veillonella</i>	
		Lachnospiraceae	<i>Roseburia</i>			
			<i>Dorea</i>			
		Negativicutes	Selenomonadales	Veillonellaceae	<i>Phascolarctobacterium</i>	
		Bacilli	Bacillales		Bacillaceae	<i>Bacillus</i>
					Listeriaceae	<i>Listeria</i>
					Staphylococcaceae	<i>Staphylococcus</i>
	Lactobacillales			Lactobacillaceae	<i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i>	
				Enterococcaceae	<i>Enterococcus</i>	
				Streptococcaceae	<i>Streptococcus</i>	

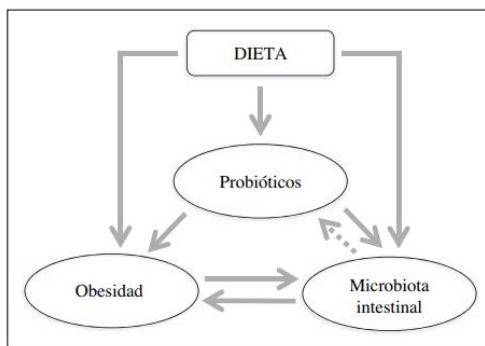
	Actinobacteria		Bifidobacteriales	Bifidobacteriaceae	<i>Bifidobacterium</i>
			Actinomycetales	Actinomycetaceae	<i>Actinomyces</i>
	Proteobacteria	Deltaproteobacteria	Desulfobacteriales	Desulfobulbaceae	<i>Desulfovibrio</i>
		Gammaproteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Escherichia</i>
					<i>Enterobacter</i>
					<i>Salmonella</i>
	<i>Klebsiella</i>				
Epsilonproteobacteria	Campylobacteriales	Campylobacteriaceae	<i>Campylobacter</i>		
		Helicobacteraceae	<i>Helicobacter</i>		
Archaea	Euryarchaeota	Methanobacteria	Methanobacteriales	Methanobacteriaceae	<i>Methanobrevibacter</i> <i>Methanobacterium</i> <i>Methanosphaera</i>

Fuente: Adaptación de: Abenavoli, L., Scarpellini, E., Colica, C., Boccuto, L., Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Aiello, V., Romano, B., De Lorenzo, A., Izzo, A. A., & Capasso, R. (2019). Gut Microbiota and Obesity: A Role for Probiotics. *Nutrients*, 11(11), 2690. <https://doi.org/10.3390/nu11112690>



**Anexo 2: Resumen esquemático de las relaciones entre dieta, obesidad y microbiota intestinal.**

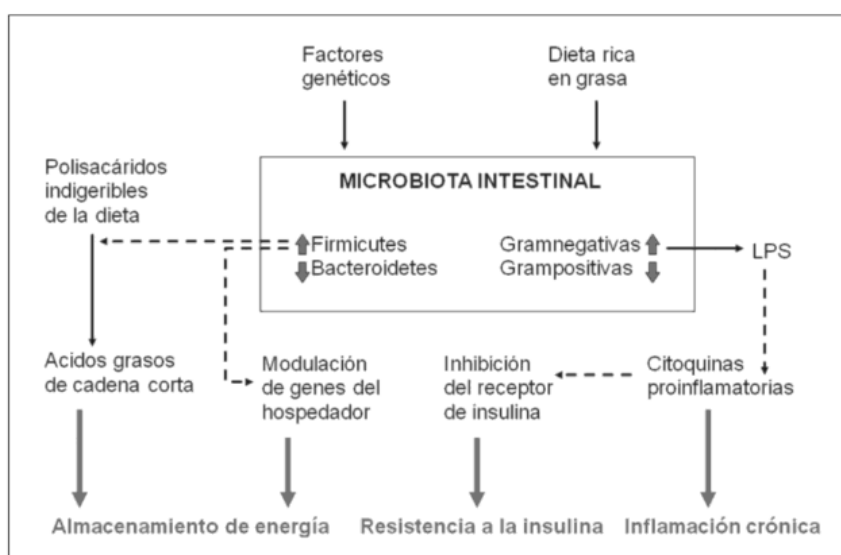
El resumen esquemático muestra la interrelación entre la dieta, los probióticos, la microbiota intestinal y la obesidad. Las flechas indican cómo la dieta y los probióticos modifican la microbiota intestinal, la cual a su vez tiene repercusiones en la obesidad, destacando la compleja interacción y su impacto en la salud.



Fuente: Prados-Bo, A., Gómez-Martínez, S., Nova, E., & Marcos, A. (2015). *El papel de los probióticos en el manejo de la obesidad*. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309238517002>

**Anexo 3: Interacción entre Factores Genéticos y Composición de la Dieta en la Modificación de la Microbiota**

En individuos obesos, hay una mayor proporción de bacterias del phylum Firmicutes respecto a Bacteroidetes, también llamado Bacteroidota en la actualidad, y también más bacterias gramnegativas que grampositivas. Estos cambios están asociados con un mayor aprovechamiento energético de la dieta y la inducción de inflamación crónica, principalmente debido al lipopolisacárido (LPS) de las bacterias gramnegativas, lo cual se relaciona con resistencia a la insulina.



Fuente: Ramos-Cormenzana, A., Monteoliva Sánchez, M., & E. Nader Macías, F. (2013). *Probióticos y Salud* (2.ª ed.). Díaz de Santos, S.A. [https://books.google.es/books/about/Probi%C3%B3ticos\\_y\\_salud.html?id=euuODwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.es/books/about/Probi%C3%B3ticos_y_salud.html?id=euuODwAAQBAJ&redir_esc=y)