



GRADO EN NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA

INFLUENCIA DE LOS PROBIÓTICOS EN LA OBESIDAD: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

INFLUENCE OF PROBIOTICS IN OBESITY: BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

Autor del trabajo

Kevin Jesús Pérez Olivero

Tutora

Susana Menal Puey

Área de Nutrición y Bromatología

Fecha

Huesca, 20 Junio de 2018

RESUMEN

Actualmente, la obesidad supone un importante problema de salud pública debido a su alta prevalencia. Según la OMS, más de mil millones de personas padecen sobrepeso, y trescientos millones son obesas.

Para frenar este aumento, es necesario identificar los factores causales de la obesidad y desarrollar estrategias dietéticas de control. Así, muchas investigaciones muestran que los cambios en la microbiota intestinal pueden estar involucrados en el tratamiento de la obesidad, y proponen como estrategia dietética, la administración de microorganismos vivos, conocidos como probióticos, como mejora en la evolución de la misma. Sin embargo, existen otros estudios que no han hallado evidencias significativas de mejora.

Con el fin de rebatir estas aportaciones, el objetivo principal del presente trabajo es realizar una revisión bibliográfica de los principales ensayos clínicos realizados con probióticos en el ámbito de la obesidad y su tratamiento. Para ello, se ha seguido una estrategia de búsqueda y selección de artículos relacionados con el tema y, se han expuesto organizadamente los resultados obtenidos, para destacar unas conclusiones.

Se ha podido observar que existen numerosos productos enriquecidos con cepas probióticas que ejercen un papel positivo sobre el perfil lipídico de los pacientes obesos y por ende, un papel muy importante en el tratamiento de la obesidad. Sin embargo, sus efectos sobre la pérdida directa de peso corporal no son tan claros y necesitaría de mayores investigaciones al respecto.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
OBESIDAD	3
LA MICROBIOTA INTESTINAL.....	4
MICROBIOTA INTESTINAL EN EL DESARROLLO DE LA OBESIDAD	6
PROBIÓTICOS	7
2. OBJETIVOS.....	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
REVISIÓN DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES	11
REVISIÓN DE ESTUDIOS CLÍNICOS.....	11
6. BIBLIOGRAFÍA	31
7. ANEXOS	34

Abreviaciones

OMS: Organización Mundial de la Salud.

IMC: Índice de Masa Corporal.

TOBA: The Taxonomic Outline of Bacteria and Archaea.

EE.UU: Estados Unidos de América.

FAO: Federación de Alimentos

ISLC: Instituto Internacional de Ciencias de la Vida.

EFFCA: Asociación Europea de Alimentos y Piensos.

c-LDL: colesterol de baja densidad.

c-HDL: colesterol de alta densidad.

TG: triglicéridos.

CT: colesterol total.

ECV: enfermedad cardiovascular.

LAB: laboratorio.

S: semana.

Kg: kilogramos.

MI: mililitros.

YP: yogur probiótico.

BG: yogur bajo en grasa.

1. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente más de 100 billones (10^{14}) de microorganismos, incluyendo como mínimo 1,000 especies diferentes de bacterias, residen en el organismo, principalmente en el tracto gastrointestinal, concretamente en el colon. Forman la denominada “microbiota intestinal”.

La gran mayoría de estas bacterias ejercen un papel positivo sobre el estado de salud de su huésped, aunque, en algunos de los casos, pueden llegar a ser perjudiciales. Las bacterias que residen en el intestino, ejercen un papel importante en nuestro organismo, desde la protección frente a agente patógenos, desarrollo y homeostasis de células, hasta aspectos metabólicos como, digestión de polisacáridos y metabolismo de grasas, carbohidratos, entre otras funciones (Bourlioux et al., 2003).

Su composición depende de numerosos factores entre los que encontramos, factores intrínsecos y, factores extrínsecos como la edad, sexo, situación geográfica, familia, la dieta, así como puede ser modulada por la presencia de prebióticos, probióticos y antibióticos. La composición de la microbiota intestinal está estrechamente relacionada con la dieta y el tipo de alimentos. La comida es uno de los principales sustratos de la microbiota y tiene una relación directa en su composición. Así pues, algunos de los últimos estudios, han demostrado en los últimos años que el aumento del consumo de grasas saturadas, azúcares sencillos y sodio, en comparación con el consumo de fibra, vitaminas y compuestos antioxidantes, han podido provocar una serie de cambios significativos en el ecosistema de la microbiota intestinal propiciando un aumento del riesgo de padecer enfermedades crónicas, como la obesidad.

En relación con las enfermedades crónicas, diversos estudios (de Vos WM y de Vos EA, 2012) han demostrado que la microbiota intestinal juega un papel importante en la aparición de éstas. Gracias al gran conocimiento existente sobre el ecosistema de la microbiota, su composición y, la manera de influir en ella, pueden, hoy en día, ayudar a la identificación de nuevas medidas terapéuticas y medidas de intervención. Todo esto, mediante la manipulación de los conocidos como probióticos, considerados como modificadores del ecosistema de la microbiota intestinal.

Los probióticos, son un conjunto de bacterias procedentes del ácido láctico, bifidobacterias, enterococos, etc, que cuando se ingieren en cantidades suficientes son capaces de promover efectos saludables para el huésped.

Existen numerosos estudios que muestran sus beneficios en la salud y, en este caso, un efecto evidente en el tratamiento de la obesidad, concretamente en la modulación y mejora del perfil lipídico. La gran mayoría de estos estudios han sido realizados con animales, siendo unos pocos los que han sido validados en ensayos controlados en humanos (Lin et al., 2013).

Por ende, centrado en el objetivo de este estudio, los alimentos probióticos, son alimentos con microorganismos vivos, adicionados artificialmente, que una vez ingeridos, permanecen activos y pueden alterar la microbiota intestinal del huésped.

Por lo tanto, este artículo de revisión bibliográfica, se centrará en analizar parte de la literatura científica centrada en el estudio de los efectos desencadenantes del uso de alimentos probióticos y, su posible impacto sobre una enfermedad crónica como es, la obesidad.

OBESIDAD

La obesidad y sobrepeso han sido definidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. La obesidad ha cobrado importancia en los últimos años y, está considerada actualmente como uno de los principales problemas de salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad constituye un importante factor de riesgo para numerosas enfermedades crónicas, entre las que se incluyen la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, entre otras, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2017.

El índice de masa corporal (IMC), es un indicador del grado de obesidad muy frecuentemente utilizado para identificar el sobrepeso y obesidad. En el caso de los adultos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad cuando se alcanza un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 30 y, sobrepeso cuando el índice de masa corporal (IMC) es igual o superior a 25. Es importante conocer que el IMC se ha de considerar como un valor aproximado, pues puede no corresponderse en algunas de las ocasiones con el grosor de grasa en diferentes personas.

El desarrollo de la obesidad es un complejo mecanismo que depende de varios factores que, en su mayoría, interaccionan entre ellos. La obesidad puede depender tanto de factores genéticos, como factores ambientales, culturales, sociales y el gasto energético. Las numerosas y recientes investigaciones, han considerado a la microbiota intestinal como un nuevo y potencial factor que interviene en su tratamiento.

Numerosos autores han centrados sus investigaciones en la relación existente entre la modificación de la composición de la microbiota intestinal mediante el manejo de probióticos y, su influencia en el desarrollo, en ciertos casos y/o tratamiento de la obesidad. Bien cabe mencionar que, aunque en algunos casos existe evidencia de los efectos positivos del uso de los probióticos en el tratamiento de la obesidad, en otros, no están tan claros (Ascención Marcos et al., 2015).

LA MICROBIOTA INTESTINAL

El ser humano se encuentra invadido por seres microscópicos que habitan en la piel, cavidad oral, tracto gastrointestinal, etc, conocidos como microorganismos. En el ser humano pueden residir alrededor de 100 billones de bacterias, un número que puede llegar a superar el de nuestras propias células y, formados a su vez, por un número de genes que superaría hasta 100 veces el número de nuestros propios genes. A todo este conjunto de seres microscópicos se les domina, “microbiota humana”.

Con el nombre “microbiota”, se conoce a la mayoría de los microorganismos que se encuentran en el interior y exterior de los seres vivos. Sólo el tracto gastrointestinal alberga aproximadamente más de 100 billones (10^{14}) de microorganismos, incluyendo como mínimo 1,000 especies diferentes de bacterias y, forman un ecosistema al que llamamos “microbiota intestinal”, microorganismos que habitan en el intestino, concretamente el colon.

En la actualidad, gracias a diferentes métodos que permiten analizar la microbiota humana, basados en su mayoría en técnicas moleculares, permiten llevar a cabo la identificación filogenética de estas bacterias, permitiendo así, catalogar y clasificar a estos microorganismos en diferentes niveles de especies. La clasificación bacteriana actual se ha centrado en el uso de técnicas moleculares modernas (filogenia molecular), que permite la obtención de una clasificación taxonómica, con la que se intenta describir y diferenciar la amplia diversidad de especies bacterianas que existen, poniendo nombres y agrupando a los organismos según sus similitudes.

Es importante conocer que no existe una filogenia bacteriana estable como para conocer en su totalidad y con total certeza la historia de las bacterias, por lo que no hay una clasificación oficial, pues la taxonomía sigue siendo una cuestión de criterio científico. Pero sí que existe una, la actualmente más aceptada, conocida como “The taxonomic Outline of Bacteria and Archaea” (TOBA) (Tabla 1.) Según la TOBA, existen dos dominios procarióticos, “Bacteria” y “Archaea”, que se subdividen en 35 filos, 30 en el dominio “Bacteria”, y 5 filo en el dominio “Archaea”. En

la lista propuesta por la TOBA, también se citan diferentes clases, subclases, órdenes, subórdenes, familias y géneros.

Los filos son Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria, Proteobacteria y Verucorribia, de los cuales, Firmicutes y Bacteroidete representa casi al 90% del ecosistema intestinal y son mayoritarios en el ser humano, aunque a diferentes niveles para cada individuo. Para Firmicutes, los géneros más representativos serían la familia Faecalibacterium, Roseburia y Clostridium, mientras que para Bacteroidetes, los géneros más presentativos son Bacteroides y Prevotella y, por último, para Actinobacteria, siendo el género más representativo, se encuentra Bifidobacterium.

Tabla 1.- Clasificación jerárquica de procariontas

REINO	FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Bacteria	Actinobacteria	Actinobacteria	Bifidobacteriales	Bifidobacteriaceae	Bifidobacterium
			Actinomycetales	Corynebacteriaceae	Corynebacterium
				Micrococceae	Micrococcus
				Actinomycetaceae	Actinomyces
				Propionibacteriales	Propionibacteriaceae
	Firmicutes	Bacili	Lactobacillales	Enterococcaceae	Enterococcus
				Lactobacillaceae	Lactobacillus
				Streptococcaceae	Streptococcus
			Bacillales	Bacillaceae	Bacillus
				Staphylococcaceae	Staphylococcus
		Clostridia	Clostridiales	Clostridiaceae	Clostridium
		Proteobacteria	Alfa-Proteobacteria	Rickettsiales	Rickettsiaceae
	Beta-Proteobacteria		Neisseriales	Neisseriaceae	Neisseria
	Gamma-Proteobacteria		Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	Shigella
					Cronobacter
					Kiabsella
					Enterobacter
					Escherichia
					Serratia
	Pseudomonadales		Pseudomonadaceae	Pseudomonas	
Pasteurellales	Pasteurellaceae		Haemophilus		
Epsilon-Proteobacteria	Campylobacterales	Campylobacteraceae	Campylobacter		
			Helicobacteraceae	Helicobacter	
Bacteroides	Bacteroidetes	Bacteroidales	Bacteroidaceae	Bacteroides	
			Prevotellaceae	Prevotella	

El desarrollo de la “microbiota intestinal” tiene sus inicios desde el momento del nacimiento. Desde entonces y hasta la edad adulta, sufre una serie de cambios y se ve condicionada por

numerosos factores. En el nacimiento, su composición está influenciada tanto por el modo del parto, bien sea natural o mediante cesárea, así de cómo sea la alimentación del bebé. Por ejemplo, los niños alimentados con leche materna, tendrá una composición microbiana diferente a la de niños cuya alimentación sea mediante fórmulas artificiales.

Así en el adulto, la composición de la “microbiota intestinal” también se encuentra influenciada por una serie de factores como, la localización geográfica del individuo, su dieta y uso de determinados medicamentos como, los antibióticos.

Como se puede observar, la “microbiota intestinal” se encuentra en continuo cambio debido a los numerosos factores que puede actuar sobre su composición. Considerándose la dieta como uno de los factores modificadores más importantes de la taxonomía de la “microbiota intestinal”¹⁰. Numerosos estudios han demostrado esta relación. Por ejemplo, Wu y colaboradores demostraron en un estudio realizado en EE.UU, que el consumo de una dieta rica en proteínas y grasas animales durante un largo periodo de tiempo, se asoció con un predominio de la familia Bacteroides, mientras que el consumo de una dieta baja en grasas y alta en carbohidratos, se había asociado a un predominio mayor de la familia Prevotella (Orna Mizrahi-Man et al., 2012). Así numerosos estudios han demostrado, una asociación existente de una “microbiota intestinal” más rica, gracias al abundante consumo de frutas, verduras y hortalizas (Albenberg y Wu, 2014), (Claesson et al., 2012). Numerosos estudios han demostrado que, mediante su modificación, se puede provocar una serie de cambios significativos en el ecosistema de la microbiota intestinal propiciando un descenso del riesgo de padecer enfermedades crónicas, como la obesidad. No sólo es eso, gracias a años de experimentación se ha conseguido la administración de diferentes tipos de estos microorganismos vivos, mediante diferentes técnicas o métodos y, que confieren al huésped un beneficio para la salud cuando son administrados en cantidades suficientes. Son los conocidos como probióticos.

MICROBIOTA INTESTINAL EN EL DESARROLLO DE LA OBESIDAD

La obesidad está considerada como una de las causas potenciales que intervienen en el desarrollo de diferentes patologías crónicas y, cuya prevalencia ha aumentado en los últimos años. En consecuencia, la comunidad científica se ha centrado en la búsqueda de estrategias que puedan combatirla, tartarla o prevenirla, entre las cuales figura la modificación de la microbiota intestinal. Diversos estudios han demostrado que la microbiota intestinal constituye un factor ambiental determinante en el tratamiento de este tipo de patologías, así como han demostrado la existencia de una posible relación entre el ecosistema de la microbiota intestinal y el tratamiento de la obesidad, diabetes y otros.

Un estudio comparó la composición de la microbiota intestinal de ratones genéticamente obesos y ratones axénicos o delgados. Se observó que ambos tenían una composición microbiana diferente. Se llevó a cabo una transferencia de la microbiota fecal de los ratones obesos a ratones axénicos y, se observó una reproducción del fenotipo del donante en el receptor (Backhed et al., 2004). Estos mismos resultados han sido obtenidos en otros estudios. Un experimento llevado a cabo en 2013, analizó a cuatro parejas de hermanas gemelas con fenotipos discordantes (fenotipo obeso/ delgado). Se procedió al mismo método, intercambio de la materia fecal de la hermana obesa a su receptor, observándose un aumento de la masa corporal total en el receptor y, el trasplante de la materia fecal de la hermana delgada a su receptor, observándose una disminución de masa corporal. Dichos efectos aparecieron tras modificar su microbiota intestinal, lo cual establece una clara relación entre la composición de microbiota intestinal y su posible influencia en el tratamiento de la obesidad (Ridaura et al., 2013).

Si bien es cierto que existen numerosos estudios que apoyan la idea de que la diversidad de la microbiota intestinal está vinculada a la obesidad, esta afirmación merece más exploraciones en humanos lo que permitirá ofrecer nuevas estrategias en la prevención o tratamiento de este tipo de enfermedad.

PROBIÓTICOS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Federación de Alimentos (FAO) definió los probióticos como: «Microorganismos vivos que, cuando son suministrados en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo anfitrión».

Siguiendo con la definición, otras instituciones, como el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ISLC) y la Asociación Europea de Alimentos y Piensos (EFFCA) definen a los probióticos como "un ingrediente alimenticio microbiano vivo que, cuando se consume en cantidades adecuadas, confiere beneficios a la salud a los consumidores " y " microorganismos vivos que, cuando se ingieren o se aplican localmente en cantidades suficientes, proporcionan al consumidor uno o más beneficios comprobados para la salud "

Está claro que, según estas organizaciones, el consumo de probióticos desencadena un efecto positivo en el huésped cuando se ingieren en cantidades determinadas. Sin embargo, la OMS añade que, aunque existen números efectos beneficiosos sobre la salud derivados del consumo de probióticos, existen efectos secundarios o efectos adversos derivados de su uso. Además, añade "los probióticos pueden ser teóricamente responsables de cuatro tipos de efectos secundarios":

1. Infecciones sistémicas.
2. Actividades metabólicas perjudiciales.
3. Estimulación inmune excesiva en individuos susceptibles.
4. Transferencia de genes.

Si nos centramos en la funcionalidad del probiótico, la definición «Microorganismos vivos que, cuando son suministrados en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo anfitrión» es muy amplia. Y en efecto, los beneficios aportados por el consumo de probióticos son tan grandes que resulta casi imposible llevar a cabo una caracterización detallada de sus funciones. El uso de probióticos además de ser consumido en diferentes formatos, puede ir dirigido a varios sitios del cuerpo (boca, tracto respiratorio, tracto gastrointestinal, etc...) además de poder dirigirse a subpoblaciones específicas: ancianos, sujetos enfermos, etc.

En la actualidad ha aumentado el interés por el uso de este tipo de alimentos para prevenir o tratar enfermedades específicas. Numerosos ensayos clínicos han investigado el uso de probióticos para enfermedades que van desde la colitis necrosante en bebés prematuros hasta la hipertensión en adultos etc. Cabe señalar, que son pocos los estudios que aportan una evidencia clara y concluyente de los efectos positivos del consumo de probióticos.

Existen numerosos artículos de investigación que tratan el controvertido tema del uso de probióticos y sus efectos beneficiosos para el huésped. Actualmente, la ciencia relacionada con los probióticos es reciente y, se ha centrado en los últimos años, en el uso de los conocidos como “alimentos probióticos” debido a su gran auge en los medios de comunicación, y su impacto en la salud del huésped. Ampliamente utilizados y justificados por sus efectos positivos en la salud y que a menudo no se corroboran con evidencia clínicamente relevante.

No se especifica en ninguno de los casos que la cepa probiótica deba proporcionarse de una manera concreta, pues la mayoría de los probióticos comercializados hoy en día, pueden encontrarse bien formando parte de alimentos o, en algunos casos, suministrados como suplementos dietéticos.

En este estudio, se estudiarán todos los posibles efectos beneficiosos sobre el tratamiento de la obesidad, derivados del uso de probióticos y, en este caso, cuya única vía de administración será el consumo de alimentos probióticos.

2. OBJETIVOS

La obesidad actualmente está considerada como una de las enfermedades que más importancia ha adquirido desde el punto de vista sanitario y, cuya prevalencia ha aumentado en los últimos años, especialmente en los países económicamente desarrollados.

Existen numerosos estudios que han demostrado que mediante determinados métodos se puede inducir cambios en la microbiota intestinal y, con ello prevenir o influir en el desarrollo y tratamiento de la obesidad. La administración de alimentos probióticos con el objetivo de ejercer una serie de cambios en la microbiota intestinal y, desencadenar una serie de efectos positivos, será el método investigado en este estudio.

El objetivo principal de este trabajo se centrará en recabar, analizar y conocer toda la evidencia científica que relacione el consumo de alimentos probióticos con el tratamiento de la obesidad, concretamente sobre la alteración del perfil lípido en este tipo de pacientes.

Para llegar a dicho fin se han planteado una serie de objetivos secundarios:

- Obtener toda la información posible sobre el concepto microbiota intestinal.
- Obtener toda la información posible sobre el concepto obesidad.
- Analizar los efectos de la administración de alimentos probióticos en personas obesas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo realizado se centra en una revisión bibliográfica, la cual ha incluido únicamente trabajos de revisión y estudios experimentales. También se ha recurrido en determinados casos a la recogida de información procedente de revistas y libros.

Los artículos seleccionados para llevar a cabo la revisión, no han seguido ningún tipo de cronología específica, incluyéndose estudios de todos los años, pero siempre intentando centrar la búsqueda en los más novedosos. Han sido aceptados estudios realizados con animales, en este caso ratones y, estudios realizados en humanos.

Para la búsqueda de los artículos seleccionados y de interés, se han utilizados palabras claves como: “microbiota”, “obesidad”, “nutrición”, “microbiota del tracto digestivo”, “dieta”, “probióticos”, “flora”, “colon”, “heces”, “probiotics”, “obesity”, “prebiotics”, “microbiota”, “fecal transplantation”. La información obtenida y recopilada ha sido extraída de bases de datos científicas conocidas y reconocidas a nivel internacional como: Pubmed, SciELO, Sciencedirect, Google Académico, Scopus, etc...

En la siguiente tabla se puede apreciar la estrategia de selección de los artículos de revisión analizados y utilizados.

Tabla 2.- Selección de artículos seleccionados.

Palabras clave	N. de artículos introduciendo las palabras clave	N. de artículos seleccionados en función del título	N. de artículos seleccionados leyendo el resumen	N. de artículos de mayor interés para la realización del trabajo
Obesidad	3338	6	3	2
Microbiota intestinal	12467	5	4	2
Probiotics	20779	12	6	4
Probiotics and obesity	750	16	4	2
Prebiotics	6636	7	0	0
Nutrición	13911	17	7	4
Dieta	3015	22	11	7
Flora	29069	9	4	3

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

REVISIÓN DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES

KÉFIR “LACTOBACILLUS PLANTARUM 9-41-A Y LACTOBACILLUS M1-16). En 2011, en un estudio llevado a cabo por Xie et al. (2011), se realizó una investigación que consistía en analizar el efecto de dos cepas de *Lactobacillus* sobre el metabolismo lipídico y microflora intestinal, en ratas alimentadas mediante una dieta rica en colesterol. Para el estudio, se contaron con 40 ratas (Sprague-Dawley) repartidas en 4 grupos de 10 ratas cada uno. En función del grupo, se asignaba una alimentación normal o alta en colesterol más la administración o no de dos tipos de cepas bacterianas, con una duración de 6 semanas. Los grupos estaban formados por: un primer grupo control + dieta normal; un segundo grupo modelo + dieta alta en colesterol; un tercer grupo “L.9-41-A” + dieta rica en colesterol + *Lactobacillus plantarum* 9-41-A; un cuarto grupo “L.M1-16” + dieta rica en colesterol + *Lactobacillus fermenterum* M1-16.

Tras concluir las 6 semanas de tratamiento se observaron varias diferencias significativas entre los 4 grupos. Para los grupos 3 y 4, donde se administraron diferentes cepas de LAB y, concretamente para el grupo que ingirió *Lactobacillus* 9-41-A, se observó una disminución significativa del colesterol sérico total, el colesterol de lipoproteínas de baja densidad y de los niveles de triglicéridos, en comparación con el primer grupo (grupo control). Además, no se produjo alteración en cuanto al colesterol de lipoproteínas de alta densidad.

En resumen, la administración de *Lactobacillus plantarum* 9-41-A y *Lactobacillus* M1-16, demostraron su efecto hipocolesterolémico en las ratas Sprague-Dawley alimentadas con una dieta elevada en colesterol dietético.

Todo ello podría proponer el uso terapéutico de *Lactobacillus plantarum* 9-41-A en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares e hiperlipidemias, incluso, en el tratamiento de la obesidad. Tras la disminución de colesterol sérico y colesterol de lipoproteínas de baja densidad se evitaría o mejorarían, las posibles alteraciones del perfil lipídico que suelen aparecer en pacientes obesos.

REVISIÓN DE ESTUDIOS CLÍNICOS.

Actualmente los probióticos forman parte de la categoría de “alimentos funcionales”, es decir, alimentos enriquecidos con ingredientes que promueven la salud del consumidor. A lo largo de los últimos años, la investigación en el mercado de los “alimentos probióticos” y “alimentos funcionales” ha cobrado demasiada importancia. El mercado de “alimentos probióticos” incluye

un gran número de alimentos enriquecidos con cepas probióticas, donde destacan especialmente, los lácteos (yogur y leche). Según los líderes del mercado, se trata de los “alimentos probióticos” más investigados recientemente.

En noviembre de 2015 un estudio analizó el mercado de los probióticos y su influencia en la sociedad. Afirmó que entre el año 2007-2008, el mercado mundial de los probióticos aumentó de un 5% al 30%, dependiendo del país y del tipo de producto, ascendiendo aún más hasta el año 2013 (Pak. y Pharm, 2015). Además, la elaboración de productos alimentarios enriquecidos en probióticos ha aumentado exponencialmente en los últimos años. Desde la existencia de los derivados lácteos ricos en probióticos, se pueden encontrar hoy día productos como: sopas de miso, pepinos encurtidos, microalgas, chocolate negro, etc.

Si bien es cierto, que los probióticos procedentes de los productos lácteos son los más efectivos clínicamente, aunque ello no descarta el efecto potencial de otros ejemplares.

A continuación, se describirán una serie de estudios clínicos relacionados con el consumo de probióticos y sus efectos sobre la salud del huésped, concretamente en el tratamiento de la obesidad. Antes de comenzar, se proporcionará una tabla en la que quedarán reflejados los alimentos investigados y sus efectos, así como su influencia en el tratamiento de la obesidad.

Tabla 3.- Lista de “alimentos probióticos” y sus posibles efectos.

Producto.	Autores.	Bacterias.	Efectos beneficiosos.
Yogur	Lin et al. (1989)	Lactobacillus reuteri.	Reductor colesterol Total y colesterol LDL.
Yogur	Agerholm-Larsen et al. (2000)	Enterococcus faecium y Streptococcus termophilus.	Reductos del colesterol LDL.

Producto.	Autores.	Bacterias.	Efectos beneficiosos.
Yogur	Kiessling et al., (2002)	Lactobacillus acidophilus 145, Bifidobacterium longum 913.	Aumento del colesterol HDL. Mejora de la relación LDL/HDL
Leche fermentada	Kadooka et al. (2010)	Lactobacillus gasseri	Reducción de los parámetros de grasa visceral, subcutánea y total. Disminución del peso corporal. Disminución de circunferencia cintura y cadera. Reducción de la amasa grasa total.
Cepas aisladas.	Xie N et al. (2011).	Lactobacillus planetarium 9-41-A y Lactobacillus fermentum M1-16.	Descenso de los niveles de colesterol sérico, c-LDL.
Leche de soja fermentada	Hariri et al. (2015).	Lactobacillus planeatarium A7.	Antihipertensivo.
Koozh (avena de Mijo)	Anandharaj et al. (2015)	Weissella koreensis	Reducción de colesterol. Resistencia a medios ácidos.
Pepinillos fermentados	Anandharaj et al. (2015)	Lactobacillus crispatus	Reducción de colesterol. Resistencia a medios ácidos.
Yogur	Madjd (2016)	Lactobacillus acidophilus LA5 y Bifidobacterium lactis BB12.	Reductor colesterol Total y colesterol LDL.

En la **Tabla 3.-** Lista de “alimentos probióticos” y sus posibles efectos, se reflejan una serie de alimentos actualmente comercializados, que poseen bacterias fermentadas y, considerados como “alimentos probióticos”. Para cada alimento, le continúan los reclamos beneficiosos, con el

objetivo de “tratar la obesidad y sus consecuencias derivadas” o “bajar de peso”. A lo largo de este proyecto, se desarrollarán los efectos posibles de tales alimentos mediante el estudio de numerosos estudios clínicos y experimentales que corroboren o, por el contrario, rechacen sus propiedades.

YOGURT ACTIVA “LACTOBACILLUS REUTERI”. En el primer producto analizado, se realizó un estudio de 105 sujetos adultos sanos, sedentarios en su mayoría. Se dividieron en dos grupos, un grupo control sometido a un yogur placebo y, un grupo experimental, al que se les asignó el consumo de yogurt con *L. reuteri 1098*.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Cambios en los niveles totales de HDL, LDL-colesterol y triacilglicerol en ambos grupos de estudio.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final intervención	Diferencia	Valor p.
Colesterol Total (mmol/L)	Activo	230,50	225,00	-7,86	0,017
	Control	224,30	220,90	-3,30	0,320
Colesterol HDL (mmol/L)	Activo	48,20	48,58	0,30	0,779
	Control	50,30	33,30	-17,20	0,097
Colesterol LDL (mmol/L)	Activo	156,90	149,80	-7,00	0,019
	Control	148,50	149,50	0,90	0,775
Triglicéridos (mmol/L)	Activo	114,50	115,50	1,00	0,619
	Control	106,00	102,50	-3,50	0,337

1: Los datos están basados en una media. Valor *p*: medida de significación estadística.

En la **tabla 4** se observa que los resultados obtenidos fueron significativos y, mostraron una reducción notable del colesterol total y c-LDL ($P = 0,017$ y $P = 0,019$, respectivamente) en los sujetos que consumieron el yogurt que contiene el probiótico, en comparación con los sujetos sometidos a un placebo. La reducción fue totalmente significativa para el colesterol total y c-LDL, mientras que las cifras de c-HDL y triacilglicéridos no se vieron afectados ($P = 0,779$ y $P = 0,619$). En el grupo placebo no se apreciaron cambios en el perfil lipídico. En conclusión, se demostró que el consumo de “yogurt Activa” con *L. reuteri* CRL 1098 redujo los niveles de colesterol total en un 7,8% y, los niveles de c-LDL en un 7%, corroborando su efecto. Supone una

gran importancia clínica de su ingesta en el tratamiento de la hipercolesterolemia y la obesidad. (Lin et al. 1989).

Los datos aportados por este estudio fueron positivos demostrándose un efecto positivo sobre el colesterol derivado de la utilización de bajas concentraciones de la cepa *Lactobacillus reuteri* 1089 y, además en dosis escasa de yogures. Existen numerosos estudios e investigaciones que ha analizado las dosis máximas y mínimas efectivas de diferentes cepas y su influencia en diferentes aspectos metabólicos, nutricionales, etc, habiéndose demostrado que *Lactobacillus reuteri* 1089 requiere de una de las dosis más bajas que le permiten aun así lograr sus efectos. Además, se conoce que la utilización de este tipo de bacteria puede ser utilizada para la elaboración de diferentes tipos de alimentos, transformándolos en funcionales, sin necesidad de abarcar numerosos procedimientos que aseguren su viabilidad, pues se conoce que resiste a condiciones gastrointestinales y diversos procesos tecnológicos, sin necesidad de someterla, por ejemplo, a procedimientos como micro encapsulación, etc. Una vez más se corrobora el potente efecto de determinados probióticos en la mejor del perfil lipídico y en consecuencia, de un buen método de tratamiento para la obesidad que suele cursar con graves alteraciones lipídicas.

YOGURT “ENTEROCOCCUS THERMOPHILUS Y LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS”. En otro estudio llevado a cabo por Agerholm-Larsen y colaboradores (2000), se investigó el efecto de un yogurt con un componente probiótico durante un periodo de 8 semanas en sujetos con sobrepeso y obesidad. El estudio constó de 60 varones y mujeres con sobrepeso y obesidad, divididos en 4 grupos. Cuatro de los grupos consumieron 450ml del “yogurt” al día, en cada uno de los cuales se consumía un yogurt con diferentes componentes probióticos y, un quinto grupo “grupo control”, que recibió dos píldoras de placebo al día.

Grupo 1: un yogurt fermentado con dos cepas de *Streptococcus thermophilus* y dos cepas de *Lactobacillus acidophilus* (StLa).

Grupo 2: un yogurt placebo fermentado con *delta-ácido-lactona* (PY).

Grupo 3: un yogurt fermentado con dos cepas de *Streptococcus thermophilus* y una cepa de *Lactobacillus rhamnosus* (StLr).

Grupo 4: un yogurt fermentado con una cepa de *Enterococcus faecium* y dos cepas de *Streptococcus thermophilus* (cultivo CAUSIDO®), GAIO® (G).

Al cabo de 8 semanas, se compararon los 4 grupos. El mayor efecto se obtuvo en el grupo 4, que consumió el yogurt con *Enterococcus faecium* y dos cepas de *Streptococcus thermophilus*, y, donde observó un descenso significativo del cLDL en un 8,4% y, aumento del fibrinógeno en comparación con el grupo control. Quedan reflejados sus efectos sobre los niveles de colesterol y,

su posible papel para disminuir éstos. En conclusión, un efecto importante sobre el control del perfil lipídico en este tipo de pacientes y por ende, en el tratamiento de la obesidad.

YOGURT “LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS 145 Y BIFIDOBACTERIUM LONGUM 913”. En los últimos años se les ha atribuido a numerosos productos probióticos como es el caso de los yogures, efectos en la reducción del colesterol. Este posible efecto derivado del consumo de productos probióticos podría deberse al poder de las bacterias para desconjugar los ácidos biliares. Esta desconjugación desencadena una co-precipitación de los mismos con el colesterol a un pH <5.5 y como resultado, el hígado deberá compensar la pérdida de tales ácidos biliares mediante la síntesis de nuevos ácidos biliares, a partir de colesterol. Dicho proceso podría explicar el mecanismo por el que disminuye el colesterol tras la toma de estos productos (Buck y Gilliland 1994, Gilliland et al., 1985, Lankaputhra y Shah, 1995).

En consecuencia, en un estudio realizado por Kiessling et al. (2002), se investigó el efecto hipocolesterolemizante del consumo de un yogur fermentado con *Lactobacillus 145* y *Bifidobacterium longum 913*, en mujeres.

Se reunió a un grupo de 29 mujeres, con edades de entre 19-56 años. Todos los participantes presentaban una condición, no podrían tener diagnosticadas enfermedades coronarias y, no podían hacer uso de productos farmacéuticos que afectaran a los niveles de lípidos en sangre, a lo largo de la intervención. Los 29 sujetos se dividieron en dos grupos: grupo 1 formado por mujeres hipercolesterolemiantes (>6,5mmol/l) y, grupo 2 formado por mujeres con niveles normales.

El estudio consistió en tres periodos (**tabla 5**). Cada periodo tuvo una duración de 7 semanas. En el primer periodo, se administró un yogur control (normal, 3,5% de materia grasa) de consumo diario, para el total de mujeres (29); el segundo periodo, se administró un yogur probiótico (enriquecido con *Lactobacillus acidophilus 145*, *Bifidobacterium longum 913* y 1% de *oligofructosa*) de consumo diario, para 18 mujeres y, un yogur control para 11 mujeres; en el tercer y último periodo al reverso, yogur probiótico para 11 mujeres y yogur control para 18 mujeres.

Para evaluar los resultados y las cifras de colesterol, se obtuvieron muestras de sangre al comienzo del estudio (muestra 1), al comienzo de cada periodo (muestra 2,4 y 6) y al final de cada periodo (muestra 3,5 y 7).

Tabla 5.- Diseño cruzado y períodos de dieta definitiva divididos en días de adaptación, transición y recolección.

1 periodo yogur control: 29 mujeres			2 periodo yogur control: 11 mujeres yogur probiótico: 18 mujeres			3 periodo yogur probiótico: 11 mujeres yogur control: 18 mujeres		
Adaptación	Transición	Colección	Adaptación	Transición	Colección	Adaptación	Transición	Colección
6 semanas	2 días	7 días	6 semanas	2 días	7 días	6 semanas	2 días	7 días

Tras llevar a cabo el análisis de los resultados:

Tabla 6. Valores de los lípidos séricos.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención	Final intervención. <i>Yogurt probiótico</i>	Difer.	Final intervención. ¹ <i>Yogurt</i>	Difer.	Difer. YP/Y
CT (mmol/L)	Hipercolesterolémicos	7,60	6,62	-0,98	6,03	-1,57	0,59
	Normocolesterolémicos	5,70	5,10	-0,60	5,15	-0,55	-0,05
C-HDL (mmol/L)	Hipercolesterolémicos	1,30	1,66	0,36	1,32	0,02	0,34
	Normocolesterolémicos	1,20	1,55	0,35	1,25	0,05	0,30
C-LDL(mmol/L)	Hipercolesterolémicos	5,70	4,49	-1,21	4,24	-1,46	0,25
	Normocolesterolémicos	4,10	3,19	-0,91	3,52	-0,58	-0,34
TG (mmol/L)	Hipercolesterolémicos	1,30	1,03	-0,27	1,02	-0,28	0,01
	Normocolesterolémicos	0,90	0,80	-0,10	0,83	-0,07	-0,03
LDL/HDL	Hipercolesterolémicos	4,38	2,87	-1,51	3,43	-0,95	-0,44
	Normocolesterolémicos	7,60	6,62	-0,98	6,03	-1,57	0,59

1: Los datos están basados en una media.

Tras analizar los resultados se observó que para el grupo hipercolesterolémico en cuanto a los niveles de colesterol total, no se obtuvieron diferencias significativas entre el uso del yogur probiótico y yogur normal (-0.98 y -1.57, respectivamente y con una diferencia de 0.59). Lo mismo ocurrió para el colesterol de baja densidad (-1.21 y -1.46, respectivamente y con una

diferencia de -0.25). y triglicéridos (-0.27 y -0.28, respectivamente y con una diferencia de -0.01). Sin embargo, se apreció una diferencia significativa en el grupo hipercolesterolémico que consumía el yogur probiótico, respecto al grupo que consumía el yogur normal, en un aumento de las concentraciones de colesterol de alta densidad (0.36 y 0.02, respectivamente y con una diferencia de 0.34). y, en consecuencia, una mejora de la relación c-LDL/c-HDL (-1.51 y -0.95, respectivamente y con una diferencia de -0.44). El efecto positivo sobre el aumento del colesterol de alta densidad se observó tanto en las mujeres con niveles normales de colesterol, como en las mujeres con hipercolesterolemia diagnosticada tras el consumo del yogur probiótico.

El consumo del yogur probiótico “*Lactobacillus acidophilus 145* y *Bifidobacterium longum 913*” promueve un aumento de los niveles de c-HDL en mujer hipercolesterolemia y, una mejora de relación c-LDL/c-HDL influyendo positivamente en la disminución y mejora del riesgo cardiovascular, aterogénico y en consecuencia ejerciendo un gran papel en el tratamiento de la obesidad.

LECHE FERMENTADA “LACTOBACILLUS GASSERI SBT2055”. En la actualidad existen numerosos estudios que evidencian los numerosos efectos beneficiosos derivados del uso de probióticos y, en cuanto a su implicación en la obesidad cabe destacar que son pocos los que han sido bien examinados y que corroboren una relación directa sobre la misma. En este estudio, elaborado por Kadooka et.al (2010), se evalúa el efecto del probiótico *Lactobacillus gasseri SBT2055*, presente en un determinado yogurt y, su relación con el peso corporal, medidas corporales y regulación de la adiposidad abdominal. *Lactobacillus gasseri SBT2055*, fue seleccionado debida a su alta capacidad de mejorar el entorno intestinal y, de acuerdo con el objetivo del estudio, por su posible capacidad reductora de colesterol en personas con hipercolesterolemia, entre otros efectos. Esto no es todo, pues un estudio elaborado por Sato et al. (2008), planteó que el uso de la leche fermentada con el probiótico *Lactobacillus gasseri SBT2055*, redujo el crecimiento de los adipositos en ratas, causado por un aumento en el consumo de grasa dietética. Teniendo en cuenta, que el crecimiento de estos adipocitos interfiere en el crecimiento del tejido adiposo y, que el consumo de este tipo de probiótico podría reducir tales efectos, se podría plantear la posibilidad de que su uso pudiera tener efectos sobre la obesidad, lo que llevó a Kadook y colaboradores (2010) a la realización de este estudio, trasladando los efectos del consumo del probiótico a humanos.

En conclusión, el objetivo principal fue evaluar el efecto del probiótico *Lactobacillus gasseri SBT2055* en adultos obesos, sobre la regulación de la adiposidad abdominal, peso corporal y, medidas corporales, en un ensayo controlado aleatorizado.

Para llevar a cabo el estudio de Kadooka et al. (2010), se realizó un ensayo aleatorizado y controlado con placebo que, contenía un total de 87 individuos (n=87) que deberían reunir las siguientes características: un índice de masa corporal (IMC) entre (24,2-30,7 kg/m²), considerándose individuos obesos o con sobrepeso y, con un área de grasa abdominal visceral de entre (81,2-178,5 cm²). Los 87 individuos (n=87) se repartieron aleatoriamente en dos grupos: grupo “1” (n=43) que recibió la leche fermentada con *Lactobacillus gasseri* SBT2055; grupo “2” (n=44), grupo control, que contenía leche fermentada sin *Lactobacillus gasseri* SBT2055. Ambos grupos deberían de consumir un total diario de 200g/día de leche fermentada, durante un periodo de 12 semanas, conservando sus hábitos dietéticos y otros diarios. Para la obtención de los resultados se realizaban entre las semanas (S1-S4-S8-S12) una medición del peso corporal y parámetros antropométricos, medición de la tensión arterial, una serie de pruebas urinarias, etc.

Una vez recogidos todos los datos a lo largo de las 12 semanas, se observaron los siguientes resultados:

Áreas de grasa abdominal.

Tabla 7. Áreas de grasa abdominal.

Parámetros	Grupos	S1	S12	Difer.
Grasa visceral (cm ²)	Activo	127,30	121,50	-5,80
	Control	119,30	120,70	-1,40
Grasa subcutánea (cm ²)	Activo	222,20	214,80	-7,40
	Control	227,80	226,50	-1,30
Grasa total (cm ²)	Activo	349,50	336,30	-13,20
	Control	347,10	347,20	-0,10

1: Los datos están basados en una media.

En la **Tabla 7** se observan las diferencias entre el grupo activo (*Lactobacillus gasseri* SBT2055) y grupo control, donde destacan una diferencia significativa para las áreas de grasa visceral (-5.8 y -1.4, respectivamente), subcutánea (-7.4 y -1.3, respectivamente) y total (-13.2 y -0.1, respectivamente) para el grupo que consumía leche fermentada con *Lactobacillus gasseri* SBT2055, siendo no significativos para el grupo control.

Peso corporal, índice de masa corporal, circunferencia cintura y cadera y, relación cintura cadera.

Tabla 8. Peso corporal, índice de masa corporal, circunferencia cintura y cadera y, relación cintura cadera

Parámetros	Grupos	S1 ¹	S12 ¹	Difer
Peso corporal	Activo	76,90	75,80	-1,10
	Control	77,10	77,40	0,30
IMC	Activo	27,50	27,10	-0,40
	Control	27,20	27,30	0,10
Cintura	Activo	93,00	91,30	-1,70
	Control	93,90	93,90	0,00
Cadera	Activo	101,10	99,60	-1,50
Cadera	Control	100,90	100,60	-0,30
Relación Cintura/cadera	Activo	0,92	0,91	-0,04
	Control	0,93	0,93	0,03

1: Los datos están basados en una media.

El grupo activo que consumió leche fermentada con *Lactobacillus gasseri* SBT2055, mostró una disminución significativa desde la S1-S12 en su peso corporal (-1.11), circunferencia de la cintura (-1.7), circunferencia de la cadera (-1.5). Por el contrario, el grupo control, no mostró ninguna disminución significativa en los parámetros mencionados. **Tabla 8**

Porcentaje de grasa corporal, masa de grasa corporal y masa corporal magra.

Tabla 9. Porcentaje de grasa corporal, masa de grasa corporal y masa corporal magra.

Parámetros	Grupos	S1 ¹	S12 ¹	Difer.
Porcentaje de grasa corporal (%)	Activo	30,60	30,10	-0,50
	Control	30,00	30,20	0,20
Masa grasa corporal (kg)	Activo	23,50	22,70	-0,80
	Control	22,90	23,20	0,30
Masa corporal magra (kg)	Activo	53,40	53,10	-0,30
	Control	54,20	54,20	0,00

1: Los datos están basados en una media.

El grupo activo que consumió leche fermentada con *Lactobacillus gasser* SBT2055, mostró una disminución significativa para la masa grasa corporal (-0.8). Por el contrario, el grupo control no obtuvo tales resultados (0.3). **Tabla 9**

En resumen, reflejó efectos beneficiosos en la reducción de la adiposidad, el peso corporal y otras medidas descritas anteriormente, cumpliendo con el objetivo del estudio. Estos resultados podrían utilizarse para promover el consumo de este tipo de probiótico y así, influir positivamente en el desarrollo y tratamiento de la obesidad, control del metabolismo lipídico y, control de enfermedades que dependan del mismo.

LECHE DE SOJA “LACTOBACILLUS PLANETARIUM A7”. En 2015, Hairi y colaboradores., realizaron un estudio en el que se comparó el efecto de la leche de soja probiótica y la leche de soja normal y, el impacto de ambas sobre las medidas antropométricas y la presión arterial en pacientes con diabetes mellitus tipo II. Se sabe que la reducción de peso corporal en pacientes que presentan obesidad provoca una disminución de la resistencia a la insulina y, por ende, una mejoría de los parámetros glucémicos y sus complicaciones. Por ello, los agentes anti obesidad o mejorantes del perfil lipídico, pueden servir como excelentes medidas en el tratamiento de pacientes obesos diabéticos. Además, tras la mejora de la diabetes y obesidad, se disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, gracias a que un descenso en la resistencia de la insulina y el exceso de peso corporal permiten una disminución de la presión arterial,

aumentado en el caso contrario.

Existen muchos estudios que relacionan el uso de probióticos y su papel en la mejora del perfil lipídico y su influencia en el peso corporal y, el beneficio derivado de los mismos sobre la obesidad y control de la diabetes. Todo ello ha llevado a cabo al desarrollo de este estudio, que permitirá corroborar sus efectos.

Para el estudio clínico aleatorizado, de doble ciego de Hairi et al. (2015), se reclutó a un total de 40 personas con diabetes mellitus tipo 2, entre 35-68 años, los cuales fueron divididos en dos grupos. El primer grupo lo formaron 10 hombres y 10 mujeres (n=20), recibiendo 200ml leche de soja probiótica; el segundo grupo lo formaron 10 hombres y 10 mujeres (n=20), recibiendo 200ml leche de soja, ambos durante un periodo de 8 semanas. Para los grupos primero y segundo, se les prohibía el consumo de cualquier tipo de alimento probiótico o suplemento probiótico y, se les exigía mantener un hábito dietético equilibrado, actividad física y medicación durante la intervención si fuera necesario y, consumir leche en lugar de productos lácteos fermentados.

Tabla 10. Medidas antropométricas y de la tensión arterial al inicio y final del estudio.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹ .	Valor p.	Final intervención ¹	Valor p.
Peso corporal (kg)	Activo	70,84	0,018	70,40	0,964
	Control	71,64	<0,001	71,21	
IMC (kg/m ²)	Activo	26,68	0,003	26,65	0,309
	Control	26,58	<0,001	26,33	
Presión arterial sistólica	Activo	14,70	0,001	13,05	0,002
	Control	14,30	0,120	14,40	
Presión arterial diastólica	Activo	10,00	0,031	9,10	0,001
	Control	10,70	0,670	10,50	

1: Los datos están basados en una media. Valor *p*: medida de significación estadística.

En la **Tabla 10** y tras el análisis de los resultados, no se observaron diferencias significativas para el índice de masa corporal tras el consumo de la leche de soja probiótica en el primer grupo y, el consumo de leche de soja para el segundo grupo. Sin embargo, si se observó una reducción de la presión sistólica para el grupo que consumía leche probiótica y, diastólica ejerciendo un

efecto antihipertensivo. Mientras, para el grupo que no tenía asignado el consumo del probiótico, la presión arterial sistólica y diastólica no mostró cambios significativos ($p < 0.120$ y $p < 0.670$, respectivamente).

En conclusión, se observó un efecto positivo del uso de *Lactobacillus planetarium A7* sobre las cifras de tensión arterial para diabéticos, pero no en el caso de las medidas antropométricas. Serían necesarias más investigaciones sobre el efecto del consumo de probióticos y su efecto sobre el peso corporal y el índice de masa corporal. En este caso, el uso de *Lactobacillus planetarium A7*, no tuvo resultados sobre el peso corporal y medidas antropométricas.ç

KOOZH “WEISSELLA KOREENSIS” Y PEPINILLOS FERMENTADAS “LACTOBACILLUS”. Los alimentos descritos a continuación, han sufrido uno de los métodos más primitivos que les permitían una mayor supervivencia de los alimentos por largos periodos de tiempo. Desde años remotos, la fermentación se ha dado en numerosos productos alimentarios con el objetivo de obtener una conservación mayor de los alimentos y, en algunos de los casos, con el objetivo de modificar su sabor y textura. Hasta la fecha, estas técnicas han estado a la orden del día y, además de conceder al consumidor de un producto más viable, seguro y, organolépticamente desemejante, la fermentación microbiana ha permitido dotar al mismo de los beneficios derivados de las bacterias que se desarrollan en tan peculiar proceso.

Los alimentos postulados en este apartado, tienen origen en India, lugar destacable por su amplia gama de alimentos fermentados, principalmente a base de plantas y, considerados por sus efectos beneficiosos sobre el huésped, como posibles alimentos probióticos del futuro.

La Koozh recibe su nombre en Tamil, lugar comúnmente conocido por sus vendedores ambulantes, donde su consumo y venta se encuentran a la orden del día. Se trata de una avena hecha a partir de mijo y, consumida en su forma fermentada. Su elaboración consta de varias etapas, elaborado a base de harina Kezhvaragu o cumbu y arroz, guisados y mezclados en una olla de barro. Posteriormente, se licua y se le adiciona agua y sal y, opcionalmente, suero de leche, cebolla, etc, y se deja en reposo hasta su fermentación.

El propósito de este estudio, elaborado por Anandharaj et al. (2015), consistió en el aislamiento y caracterización de las bacterias presentes en Koozh y, pepinillos fermentados y, la determinación de sus propiedades funcionales.

Para el citado estudio, se recolectaron una serie de muestras de Koozh y, pepinillos fermentados y, se aislaron sus cepas probióticas (51) mediante una serie de procedimientos.

Como prueba de selección, las 51 cepas totales iniciales fueron sometidas a un proceso de exposición ácida y biliar, a similitud de la condición intestinal, para observar su resistencia frente tales condiciones. Finalmente, fueron seleccionadas 7 cepas, las más resistentes a las condiciones ácidas y biliares. Cuatro fueron categorizadas como *Lactobacillus* (*GI6*, *GI9*, *GII1* y *GII5*) procedentes de los pepinillos fermentados y, tres como *Weissella* (*FKL13*, *FKL21* y *FKL29*) procedentes del Koozh.

Para ambas cepas se observaron, tras su exposición a diferentes condiciones, los siguientes resultados:

Resistencia a las condiciones de pH ácido.

Tabla 15.- Efecto del pH sobre la viabilidad de las cepas de *Lactobacillus* y *Weissella* incubadas a diversos rangos de pH (7, 1, 2 y 3), expresadas como log CFU / ml, porcentaje de supervivencia y coeficiente de regresión.

Tensión	Control (log CFU/ml)	pH 1.0	SR %	pH 2.0	SR %	pH 3.0	SR %	Múltiples R
GI6	6,83	1,25	18,30	2,35	34,41	4,94	72,33	0,72
GI9	7,01	2,04	29,10	3,17	45,22	6,32	90,16	0,91
GII1	6,42	1,56	24,30	2,42	37,69	4,66	72,59	0,83
GII5	5,94	1,47	24,75	2,38	40,07	4,82	81,14	0,90
FKI13	6,21	1,26	20,29	2,11	33,98	4,58	73,75	0,81
FKI21	6,18	1,84	29,77	3,65	59,06	5,87	94,98	0,92
FKI29	6,26	1,72	27,48	2,27	36,26	5,62	89,78	0,81

SR: (tasa de supervivencia en%), números de células en MRS (pH 1.0-3.0) / números de células en control (pH 7.0) \times 100.

A pH 1, pH2, de exposición durante el transcurso de tres horas a 37C, las cepas fueron destruidas completamente.

A pH 3.0, durante un transcurso de tres horas de tratamiento, la supervivencia para ambas cepas aumentó. *GI9* (6.32) y *FKL21* (5.87), fueron las más destacas en cuanto a la supervivencia en este tipo de medio, incluso después de las tres horas de su exposición. Mientras, *GI6* (4.94) y *GII1* (4.66), fueron las que presentaron la mayor sensibilidad en cuanto a las condiciones ácidas.

Resistencia a la concentración de la bilis.

Además de ser sometidas a diferentes condiciones ácidas, estas cepas también fueron seleccionadas en función a su supervivencia en medios biliares ácidos.

Tabla 16.- Efecto de las concentraciones de sales biliares (0.5% y 1.0%) sobre la viabilidad de las cepas de *Lactobacillus* y *Weissella* después de 3 y 5 h, valores expresados como log CFU / ml, porcentaje de supervivencia y coeficiente de regresión.

Tensión	3h					5h				
	Control ^a (log CFU / ml)	0.3% sales biliares (log CFU ml)	SR ^b (%)	0.5% sales biliares (log CFU ml)	SR (%)	Control ^a (log CFU / ml)	0.3% sales biliares (log CFU / ml)	SR ^b (%)	0.5% sales biliares (log CFU ml)	SR (%)
GI9	5,72	5,11	89,34	3,95	69,06	6,35	5,16	81,26	2,54	40,00
GI11	6,96	4,33	62,21	1,18	16,95	7,59	4,56	60,08	0,93	12,25
GI15	5,85	2,18	37,26	2,34	40,00	6,51	1,98	30,41	1,13	17,36
FKI13	6,24	5,41	86,70	2,33	37,34	7,18	5,31	73,96	1,34	18,66
FKI21	7,19	6,93	96,38	4,76	66,20	8,92	7,50	84,08	2,62	29,37
FKI29	4,94	4,12	83,40	2,11	42,71	6,13	4,83	78,79	1,20	19,58

SR (índice de supervivencia en%), números de células en MRS (0.3 o 0.5% de sales biliares) / números de células en control (sin sal biliar) × 100.

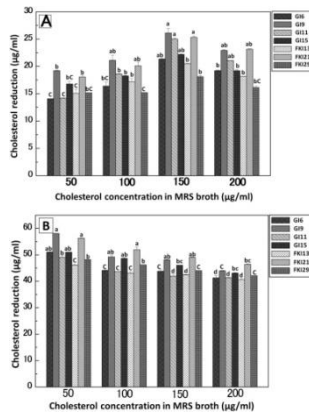
Para imitar las condiciones biliares intestinales, las cepas fueron sumergidas en un medio (caldo MRS), complementado con sales biliares al 0.3% y 0.5%.

Se observaron diferencias significativas en función del tipo de cepa expuesta a tal solución. Los mayores parámetros de resistencia se observaron para *GL9* (81.26%) y *FKL21* (84.4%), después de las 5 horas de la exposición. Sin embargo, frente a exposición de 0.5%, sus propiedades de resistencia disminuyeron significativamente, *GI9* (40%) y *KFI21* (29.3%). Sin embargo, en comparación con el resto, estas dos cepas fueron las que más datos de supervivencias mostraron frente a las condiciones mostradas, además de resistir a phs bajos.

Reducción de colesterol.

Los resultados obtenidos en cuanto al descenso de los niveles de colesterol, derivados de los diferentes tipos de cepas fueron significativamente diferentes entre las diferentes cepas. Si bien es cierto, que todas las cepas mostraron una disminución mayor o menor de las concentraciones de colesterol. A continuación, se muestran dos tablas, donde queda reflejado el descenso de colesterol ejercido por las cepas en una solución sin sal biliar y, Tabla B, donde quedan reflejadas las reducciones de colesterol, ejercidas por las cepas en un caldo MRS con 0.3% de sal biliar, ambas después de 24 horas de incubación a 37C y en condiciones anaeróbicas.

Tabla 17.- descenso de colesterol ejercido por las cepas en una solución sin sal biliar.
Reducción de colesterol, ejercidas por las cepas en un caldo MRS con 0.3% de sal biliar.



Nuevamente, las cepas *G19* y *FK121*, reflejaron los mejores datos en la reducción de los niveles de colesterol en comparación con el resto de las cepas. Si bien es cierto, que el medio enriquecido en sales biliares favoreció en la disminución de colesterol en comparación con el grupo, en ambos grupos se observaron descensos significativos. En conclusión, todas las cepas que formaron parte del estudio disminuyeron significativamente las concentraciones de colesterol, pero en especial, las cepas *G19* y *FK121*, aunque esta pudo verse influida por la presencia de sal biliar, recomendándose la realización de estudios más específicos.

Finalmente, se demostró el potencial efecto reductor del colesterol para *Weissella* principalmente, probiótico presente en el Koozh. En general, la mayoría de las cepas de ambos grupos observaron efectos probióticos destacables, unos en mayor o menor grado. De entre todos estos efectos destacaron su resistencia a medios ácidos, resistencia a medios biliares ácidos, etc. De entre todas las cepas para Koozh y pepinillos fermentados, concretamente *G19* (pepinillos fermentados) y *FK121* (Koozh) destacaron por encima de las demás en los efectos mencionados anteriormente y, permitiendo con ello su categorización como probiótico con efectos comprobados.

YOGURT “LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS LA5 Y BIFIDOBACTERIUM LACTIS BB12”. En 2016, Madjd y colaboradores, desarrollaron un estudio en el que se comparaba el consumo diario de un yogurt probiótico (YP) y un yogurt bajo en grasa (BG), y su relación sobre la pérdida de peso en mujeres obesas sanas, después de una dieta de energía restringida.

Son pocos los estudios existentes que han comparado los resultados entre el consumo de yogures probióticos y yogures normales y, sus efectos sobre el peso corporal. Por ello, uno de los principales objetivos del estudio nombrado, fue analizar y redactar los resultados obtenidos tras la

comparación del efecto del yogur probiótico (YP), tras su ingesta y el yogur bajo en grasa (BG), sobre el peso corporal en mujer obesas que se encontraban dentro de un plan hipo energético (el cual podría ya influir en una cierta pérdida de peso).

Para ello, se reunió a un grupo de mujeres, 89 en total, seleccionadas en base a una serie de criterios. La selección se centraría en mujeres con sobrepeso u obesas, con un índice de masa corporal entre 27-40 y, entre una edad de 18-50 años. Dicha población consumía habitualmente yogures bajos en grasas.

Las 89 mujeres fueron divididas en dos grupos: un primer grupo en el que se consumía un yogur probiótico todos los días, formando parte de sus comidas principales, durante un periodo de 12 semanas y, un segundo grupo, en el que se consumía un yogur bajo en grasas todos los días, formando parte de sus comidas principales y, durante un periodo de 12 semanas. Ambos grupos se encontraban bajo un plan alimentario hipo energético. Al cabo de 12 semanas, se observaron los datos y, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Medidas antropométricas.

Tabla 13. Medidas antropométricas. En ambas tablas no se entiende que es -5,3, -5,03... Debes especificarlo

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final intervención ¹	Diferencia
Peso corporal	Activo YP	82,69	77,39	-5,30
	Control BG	82,45	77,42	-5,03
IMC	Activo YP	32,14	30,08	-2,06
	Control BG	32,05	30,08	-1,97
Circunferencia cintura	Activo YP	101,18	96,80	-4,38
	Control BG	101,30	96,54	-4,76

1: Los datos están basados en una media.

En ambos grupos **tabla 13**, no se observaron diferencias significativas en relación a la disminución de las medidas antropométricas. En cuanto al peso corporal, tras la comparación de los resultados entre el grupo YP y BG (-5.3 y -5.03, respectivamente), tampoco se observó una diferencia significativa.

Perfil lipídico.**Tabla 14.** Perfil lipídico.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final Intervención ¹	Difer.
Colesterol HDL (mmol/L)	Activo YP	1,20	1,27	0,07
	Control BG	1,19	1,25	0,06
Colesterol LDL (mmol/L)	Activo YP	2,36	2,00	-0,36
	Control BG	2,28	1,98	-0,30
Colesterol total (mmol/L)	Activo YP	4,24	3,88	-0,36
	Control BG	4,14	3,84	-0,30
Triglicéridos (mmol/L)	Activo YP	1,48	1,31	-0,17
	Control BG	1,48	1,31	-0,17

1: Los datos están basados en una media.

Tras la comparación de los resultados en ambos grupos **tabla 14**, se observó una diferencia significativa sobre perfil lipídico.

En el grupo que consumió YP durante 12 días, se obtuvo una mayor disminución del colesterol total (-0,36) en comparación con el grupo BG (-0,30) y, una disminución del c-LDL (-0,36) mayor en comparación con el grupo BG (-0,30). Sin embargo, tanto en el grupo YP como GB, para los niveles de TG (-0,17 y -0,17, respectivamente) y c-HDL (0,07 y 0,06, respectivamente) no se observaron diferencias significativas.

Con el estudio de Madjd et al., (2016) se llegó a la conclusión de que no existen diferencias significativas en la pérdida de peso tras el consumo de yogur probiótico, en comparación con el yogur bajo en grasa. Sin embargo, puede tener efectos positivos sobre el perfil lipídico y contribuir a un descenso del riesgo de padecer ECV y formar parte de los factores protectores de

la obesidad y, quedando desterrado su efecto sobre la pérdida de peso y disminución del índice de masa corporal.

5. CONCLUSIÓN

Tras analizar una gran parte de la evidencia científica fundamentada en el consumo de “probióticos” y sus posibles efectos sobre la obesidad, se han apreciado que en su mayoría, los resultados obtenidos nos revelan el gran papel derivado del uso de estos productos en el tratamiento de la obesidad, concretamente en la mejora y tratamiento de las alteraciones lipídicas presentes en personas obesas. Tras el análisis detallado de los estudios anteriores, se ha observado que:

La gran mayoría de los datos aportados reflejan un efecto significativo sobre el tratamiento de la obesidad y la ingesta de alimentos probióticos. Se han observado numerosos cambios positivos en el perfil lipídico. La obesidad suele cursar con grandes trastornos en el perfil lipídico. Gracias a todos los datos obtenidos en este estudio, se ha podido llegar a la conclusión de que el uso de ciertos alimentos probióticos, podría influir de manera significativa en la corrección de perfiles lipídicos en pacientes obesos y en consecuencia, en el tratamiento de dicha patología.

De todos los alimentos probióticos analizados y descritos a lo largo del estudio, no se ha observado en ninguno de ellos un efecto directo de su utilización sobre la pérdida de peso o modificación de parámetros antropométricos. Sin embargo, no pueden descartarse generalizadamente sus efectos sobre la pérdida de peso directa, pues pueden existir algunas cepas probióticas no analizadas en este estudio que puedan actuar directamente sobre la reducción del peso corporal. Son necesarios más estudios que permitan concluir sus efectos directos sobre la pérdida de peso corporal.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agerholm-Larsen L, Raben A, Haulrik N et al. Effect of 8 week intake of probiotic milk products on risk factors for cardiovascular diseases. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(4): 288–297.
- Albenberg LG, Wu GD. La dieta y el microbioma intestinal: asociaciones, funciones e implicaciones para la salud y la enfermedad. *Gastroenterología*. Mayo de 2014; 146 (6): 1564-1572.
- Anandharaj M et al. Determinación del potencial probiótico de cepas de *Lactobacillus* y *Weissella* reductoras del colesterol aisladas de pepinillos (pepino fermentado) y koozh fermentado del sur de la India. *Res Microbiol*. 2015 Jun; 166 (5): 428-439.
- Ascensión Marcos, Guillermo Álvarez-Calatayud, et al. VI workshop probióticos, prebióticos y salud: evidencia científica. Vol. 31. Suplemento1-febrero 2015. ISSN: 0212-1611. ASSN: 1699-5198.
- Backhed F, Ding H, et al. The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2004; 101:15718–23.
- Bourlioux P, Koletzko B, et al. The intestine and its microflora are partners for the protection of the host. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(4):675-683.
- Claesson MJ, Jeffery IB, et al. La composición de la microbiota intestinal se correlaciona con la dieta y la salud en los ancianos. *Naturaleza*. 2012; 488: 178-84.
- Cotillard A, Kennedy SP, et al. La intervención dietética tiene un impacto en la riqueza de genes microbianos intestinales. *Naturaleza*. 2013; 500: 585-8
- de Vos WM, de Vos EA. Role of the intestinal microbiome in health and disease: from correlation to causation. *Nutr Rev* 2012; 70(Suppl 1): S45-56.
- Doron S, Snyderman DR. Risk and safety of **probiotics**. *Clin Infect Dis*. 2015 May 15;60 Suppl 2: S129-34. doi: 10.1093/cid/civ085. Review.

- Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization Expert Consultation (WHO). Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. En: FAO Food and Nutrition Paper 85, 2006, ISBN 92-5-105513-0.
- Hariri M, Salehi R, Feizi A, Mirlohi M, Kamali S, Ghiasvand R. The effect of probiotic soy milk and soy milk on anthropometric measures and blood pressure in patients with type II diabetes mellitus: a randomized double-blind clinical trial. *ARYA Atheroscler* 2015; 11(Suppl 1): 74–80.
- Hellerstein MK. Hipertrigliceridemia inducida por carbohidratos: factores modificadores e implicaciones para el riesgo cardiovascular. *Curr Opin Lipidol*. 2002; 13 : 33-40.
- Hudgins LC, Hellerstein M, Seidman C, y col. La síntesis de ácidos grasos humanos es estimulada por una dieta eucalórica baja en grasas y alta en carbohidratos. *J Clin Invest*. 1996; 97 : 2081-2091.
- Hulston CJ et al., (2015). Probiotic supplementation prevents high-fat, overfeeding-induced insulin resistance in human subjects. *J. Nutr*. 2015 Feb 28;113(4):596-602.
- Jean P. Euzéby (2016). LPSN. Disponible en: [consultado 16/04/2018].<http://www.bacterio.net/-classifphyla.html>.
- Kadooka Y et al. (2010). Regulation of abdominal adiposity by probiotics (*Lactobacillus gasseri* SBT2055) in adults with obese tendencies in a randomized controlled trial. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64: 636–643.
- Kiessling et al., (2002). Long-term consumption of fermented dairy products over 6 months increase HDL cholesterol. *European Journal of clinical Nutrition*. 56: 843–849
- Madjd A et al., (2012). Comparison of the effect of daily consumption of probiotic compared with low-fat conventional yogurt on weight loss in healthy obese women following an energy-restricted diet: a randomized controlled trial. *J Clin Nutr* 2016; 103(2): 323–329.
- Maldonado Galdeano C, Novotny Nuñez I, et al. Role of probiotics and functional foods

in health: gut immune stimulation by two probiotic strains and a potential probiotic yoghurt. Volume 15, Issue 1, 2015.

– Mann GV, Spoerry A. Studies of a surfactant and cholesteremia in the Maasai. *Am J Clin Nutr.* 1974; 27:464–469.

– Tang, Xue-Hong Wang, Xiao-Wei Liu, Chun-Lian Wang, y Fang-Gen Lu (2011). Effects of two *Lactobacillus* strains on lipid metabolism and intestinal microflora in rats fed a high-cholesterol diet. *BMC Complement Altern Med.* 2011; 11: 53.

– Organización Mundial de la Salud. Obesidad (2017). *World Health Organization. Obesity.* Disponible en: <http://www.who.int/topics/obesity/es/>.

– Orna Mizrahi-Man, Emily R. Davenport, et al. Taxonomic Classification of Bacterial 16S rRNA Genes Using Short Sequencing Reads: Evaluation of Effective Study Designs. Received August 14, 2012; Accepted December 3, 2012; Published January 7, 2013.

– Pak. J. Pharm. Sci., Vol.28 No.6, November 2015, pp.2199-2206

– Pasanala S, Barr T, et al. Impact of Alcohol Abuse on the Adaptive Immune System. *Alcohol Res.* 2015;37(2):223-36. Review.

– Ridaura VK, Faith JJ, et al. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science.* 2013; 341:1241214.

– Rio, J. (2015) “Probiotics: an update”. *Journal de Pediatria*. DOI: 10.1016/j.jpmed.2014.08.005.

– Sato M et al. (2008). Efectos de la leche fermentada por *Lactobacillus gasseri* SBT2055 sobre el tamaño de los adipocitos en ratas . *Br J Nutr* **99** , 1013 – 1017.

– Wu GD, Chen J, et al. Vinculación de patrones dietéticos a largo plazo con enterotipos microbianos intestinales. *Ciencia.* 2011 7 de octubre; 334 (6052): 105-108

7. ANEXOS

Tabla 1. Clasificación jerárquica de procariotas.

REINO	FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	
Bacteria	Actinobacteria	Actinobacteria	Bifidobacteriales	Bifidobacteriaceae	Bifidobacterium	
			Actinomycetales	Corynebacteriaceae	Corynebacterium	
				Micrococceae	Micrococcus	
				Actinomycetaceae	Actinomyces	
	Firmicutes	Bacili	Lactobacillales	Enterococcaceae	Enterococcus	
				Lactobacillaceae	Lactobacillus	
				Streptococcaceae	Streptococcus	
			Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	
		Clostridia	Clostridiales	Staphylococcaceae	Staphylococcus	
				Clostridiaceae	Clostridium	
				Rickettsiales	Rickettsiaceae	Rickettsias
				Proteobacteria	Alfa-Proteobacteria	Neisseriales
	Gamma – Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae			Shigella
				Cronobacter		
				Kiabsella		
				Enterobacter		
				Escherichia		
				Serratia		
	Proteobacteria	Beta-Proteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	
				Pasteurellales	Pasteurellaceae	Haemophilus
Epsilon-Proteobacteria				Campylobacteriales	Campylobacteraceae	Campylobacter
					Helicobacteraceae	Helicobacter
Bacteroides	Bacteroidetes	Bacteroidales	Bacteroidaceae	Bacteroides		

Gram Positivos

Gram Negativos

Tabla 2.- Selección de artículos seleccionados.

Palabras clave	N. de artículos introduciendo las palabras clave	N. de artículos seleccionados en función del título	N. de artículos seleccionados leyendo el resumen	N. de artículos de mayor interés para la realización del trabajo
Obesidad	3338	6	3	2
Microbiota intestinal	12467	5	4	2
Probiotics	20779	12	6	4
Probiotics and obesity	750	16	4	2
Prebiotics	6636	7	0	0
Nutrición	13911	17	7	4
Dieta	3015	22	11	7
Flora	29069	9	4	3

Tabla 3. Lista de “alimentos probióticos” y sus posibles efectos.

Producto.	Autores.	Bacterias.	Efectos beneficiosos.
Yogur	Lin et al. (1989)	Lactobacillus reuteri.	Reductor colesterol Total y colesterol LDL.
Yogur	Agerholm-Larsen et al (2000)	Enterococcus faecium y Streptococcus termophilus.	Reductos del colesterol LDL.

Producto.	Autores.	Bacterias.	Efectos beneficiosos
Yogur	Madjd (2016)	Lactobacillus acidophilus LA5 y Bifidobacterium lactis BB12.	Reductor colesterol Total y colesterol LDL.
Yogur	Kiessling et al., (2002)	Lactobacillus acidophilus 145, Bifidobacterium longum 913.	Aumento del colesterol HDL. Mejora de la relación LDL/HDL
Leche fermentada	Hulston et al., (2015)	Lactobacillus casei Shirota.	Mejora del control glucémico. Mejora de la acción insulínica. Disminución de los niveles de triglicéridos.
Cepas aisladas.	Xie et al. (2011).	Lactobacillus planetarium 9-41-A y Lactobacillus fermentum M1-16.	Descenso de los niveles de colesterol sérico, c-LDL.
Leche de soja fermentada	Hariri et al. (2015).	Lactobacillus planeatarium A7.	Antihipertensivo.
Leche fermentada	Kadooka et al. (2010)	Lactobacillus gasser	Reducción de los parámetros de grasa visceral, subcutánea y total. Disminución del peso corporal. Disminución de circunferencia cintura y cadera. Reducción de la amasa grasa total.
Pepinillos fermentados	Anandharaj et al. (2015)	Lactobacillus crispatus	Reducción de colesterol. Resistencia a medios ácidos.
Koozh (avena de Mijo)	Anandharaj et al. (2015)	Weissella koreensis	Reducción de colesterol. Resistencia a medios ácidos.

Tabla 4. Cambios en los niveles totales de HDL, LDL-colesterol y triacilglicerol en ambos grupos de estudio.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final intervención ¹	Diferencia	Valor p.
Colesterol Total (mmol/L)	Activo	230,50	225,00	-7,86	0,017
	Control	224,30	220,90	-3,30	0,320
Colesterol HDL (mmol/L)	Activo	48,20	48,58	0,30	0,779
	Control	50,30	33,30	-17,20	0,097
Colesterol LDL (mmol/L)	Activo	156,90	149,80	-7,00	0,019
	Control	148,50	149,50	0,90	0,775
Triglicéridos (mmol/L)	Activo	114,50	115,50	1,00	0,619
	Control	106,00	102,50	-3,50	0,337

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 5.- Diseño cruzado y períodos de dieta definitiva divididos en días de adaptación, transición y recolección.

1 periodo yogur control: 29 mujeres			2 periodo yogur control: 11 mujeres yogur probiótico: 18 mujeres			3 periodo yogur probiótico: 11 mujeres yogur control: 18 mujeres		
Adaptación	Transición	Colección	Adaptación	Transición	Colección	Adaptación	Transición	Colección
6 semanas	2 días	7 días	6 semanas	2 días	7 días	6 semanas	2 días	7 días



Tabla 6. Valores de los lípidos séricos.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención	Final intervención.¹ <i>Yogurt probiótico</i>	Final intervención.¹ <i>Yogurt</i>	Difer.
Colesterol Total (mmol/L)	Hipercolesterolémicos	7,60	6,62 (-0,98)	6,03 (-1,57)	0,59
	Normocolesterolémicos	5,70	5,10 (-0,60)	5,15 (-0,55)	-0,05
Colesterol HDL (mmol/L)	Hipercolesterolémicos	1,30	1,66 (0,36)	1,32 (0,02)	0,34
	Normocolesterolémicos	1,20	1,55 (0,35)	1,25 (0,05)	0,30
Colesterol LDL(mmol/L)	Hipercolesterolémicos	5,70	4,49 (-1,21)	4,24 (-1,46)	0,25
	Normocolesterolémicos	4,10	3,19 (-0,91)	3,52 (-0,58)	-0,34
Triglicéridos (mmol/L)	Hipercolesterolémicos	1,30	1,03 (-0,27)	1,02 (-0,28)	0,01
	Normocolesterolémicos	0,90	0,80 (-0,10)	0,83 (-0,07)	-0,03
LDL/HDL	Hipercolesterolémicos	4,38	2,87 (-1,51)	3,43 (-0,95)	-0,44
	Normocolesterolémicos	7,60	6,62 (-0,98)	6,03 (-1,57)	0,59

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 7. Áreas de grasa abdominal.

Parámetros	Grupos	S1	S12
Grasa visceral (cm ²)	Activo	127,30	121,50 (-5,80)
	Control	119,30	120,70 (-1,40)
Grasa subcutánea (cm ²)	Activo	222,20	214,80 (-7,40)
	Control	227,80	226,50 (-1,30)
Grasa total (cm ²)	Activo	349,50	336,30 (-13,20)
	Control	347,10	347,20 (-0,10)

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 8. Peso corporal, índice de masa corporal, circunferencia cintura y cadera y, relación cintura cadera

Parámetros	Grupos	S1 ¹	S12 ¹
Peso corporal	Activo	76,90	75,80 (-1,10)
	Control	77,10	77,40 (0,30)
IMC	Activo	27,50	27,10 (-0,40)
	Control	27,20	27,30 (0,10)
Cintura	Activo	93,00	91,30 (-1,70)
	Control	93,90	93,90 (0,00)
Cadera	Activo	101,10	99,60 (-1,50)
Cadera	Control	100,90	100,60 (-0,30)
Relación Cintura/cadera	Activo	0,92	0,91 (-0,04)
	Control	0,93	0,93 (0,03)

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 9. Porcentaje de grasa corporal, masa de grasa corporal y masa corporal magra.

Parámetros	Grupos	S1 ¹	S12 ¹
Porcentaje de grasa corporal (%)	Activo	30,60	30,10 (-0,50)
	Control	30,00	30,20 (0,20)
Masa grasa corporal (kg)	Activo	23,50	22,70 (-0,80)
	Control	22,90	23,20 (0,30)
Masa corporal magra (kg)	Activo	53,40	53,10 (-0,30)
	Control	54,20	54,20 (0,00)

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 10. Medidas antropométricas y de la tensión arterial al inicio y final del estudio.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹ .	Valor p.	Final intervención ¹	Valor p.
Peso corpora (kg)	Activo	70,84	0,018	70,40 (-0,44)	0,964
	Control	71,64	<0,001	71,21 (-0,43)	
IMC (kg/m ²)	Activo	26,68	0,003	26,65 (-0,03)	0,309
	Control	26,58	<0,001	26,33 (-0,25)	
Presión arteria sistólica	Activo	14,70	0,001	13,05 (-1,65)	0,002
	Control	14,30	0,120	14,40 (-0,10)	
Presión arteria diastólica	Activo	10,00	0,031	9,10 (-0,90)	0,001
	Control	10,70	0,670	10,50 (-0,2)	

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 11. Características antes y después de los 7 días.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final intervención ¹
Peso corporal (kg)	Grupo control	72,10	72,70 (0,60)
	Grupo probiótico	73,40	73,70 (0,30)
IMC (kg/m ²)	Grupo control	24,20	24,40 (0,20)
	Grupo probiótico	23,50	23,60 (0,10)

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 12. Concentraciones séricas de insulina antes y después de los 7 días.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención	Final intervención.
Glucosa (mmol/L)	Grupo control	5,30	5,60 (0,03)
	Grupo probiótico	5,80	5,80 (0,00)
Insulina (microU/mL)	Grupo control	12,00	12,00 (0,00)
	Grupo probiótico	12,00	12,00 (0,00)
TG (mmol/L)	Grupo control	1,40	0,90 (-0,5)
	Grupo probiótico	1,40	1,00 (-0,40)

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 13. Medidas antropométricas. En ambas tablas no se entiende que es -5,3, -5,03... Debes especificarlo

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final intervención ¹	Diferencia
Peso corporal	Activo YP	82,69	77,39	-5,30
	Control BG	82,45	77,42	-5,03
IMC	Activo YP	32,14	30,08	-2,06
	Control BG	32,05	30,08	-1,97
Circunferencia cintura	Activo YP	101,18	96,80	-4,38
	Control BG	101,30	96,54	-4,76

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 14. Perfil lipídico.

Parámetros	Grupos	Inicio intervención ¹	Final Intervención ¹
Colesterol HDL (mmol/L)	Activo YP	1,20	1,27 (0,07)
	Control BG	1,19	1,25 (0,06)
Colesterol LDL (mmol/L)	Activo YP	2,36	2,00 (-0,36)
	Control BG	2,28	1,98 (-0,30)
Colesterol total (mmol/L)	Activo YP	4,24	3,88 (-0,36)
	Control BG	4,14	3,84 (-0,30)
Triglicéridos (mmol/L)	Activo YP	1,48	1,31 (-0,17)
	Control BG	1,48	1,31 (-0,17)

1: Los datos están basados en una media.

Tabla 15.- Efecto del pH sobre la viabilidad de las cepas de *Lactobacillus* y *Weissella* incubadas a diversos rangos de pH (7, 1, 2 y 3), expresadas como log CFU / ml, porcentaje de supervivencia y coeficiente de regresión.

Tensión	Control (log CFU/ml)	pH 1.0	SR %	pH 2.0	SR %	pH 3.0	SR %	Múltiples R
GI6	6,83	1,25	18,30	2,35	34,41	4,94	72,33	0,72
GI9	7,01	2,04	29,10	3,17	45,22	6,32	90,16	0,91
GII1	6,42	1,56	24,30	2,42	37,69	4,66	72,59	0,83
GII5	5,94	1,47	24,75	2,38	40,07	4,82	81,14	0,90
FKI13	6,21	1,26	20,29	2,11	33,98	4,58	73,75	0,81
FKI21	6,18	1,84	29,77	3,65	59,06	5,87	94,98	0,92
FKI29	6,26	1,72	27,48	2,27	36,26	5,62	89,78	0,81

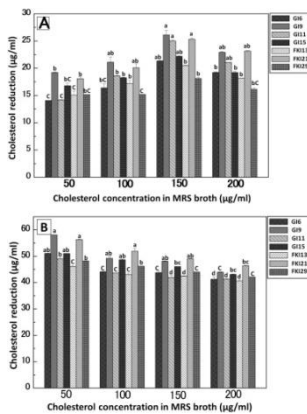
SR: (tasa de supervivencia en%), números de células en MRS (pH 1.0-3.0) / números de células en control (pH 7.0) × 100.

Tabla 16.- Efecto de las concentraciones de sales biliares (0.5% y 1.0%) sobre la viabilidad de las cepas de *Lactobacillus* y *Weissella* después de 3 y 5 h, valores expresados como log CFU / ml, porcentaje de supervivencia y coeficiente de regresión.

Tensión	3h						5h					
	Control ^a (log CFU/ml)	0.3% de sales biliares (log CFU/ml)	SR ^b (%)	0.5% de sales biliares (log CFU/ml)	SR (%)	Múltiples R	Control ^a (log CFU/ml)	0.3% de sales biliares (log CFU/ml)	SR ^b (%)	0.5% de sales biliares (log CFU/ml)	SR (%)	Múltiples R
GI9	5,72	5,11	89,34	3,95	69,06	0,89	6,35	5,16	81,26	2,54	40,00	-0,94
GI11	6,96	4,33	62,21	1,18	16,95	0,69	7,59	4,56	60,08	0,93	12,25	-0,98
GI15	5,85	2,18	37,26	2,34	40,00	0,81	6,51	1,98	30,41	1,13	17,36	-0,74
FKI13	6,24	5,41	86,70	2,33	37,34	0,798	7,18	5,31	73,96	1,34	18,66	-0,90
FKI21	7,19	6,93	96,38	4,76	66,20	0,95	8,92	7,50	84,08	2,62	29,37	-0,94
FKI29	4,94	4,12	83,40	2,11	42,71	0,89	6,13	4,83	78,79	1,20	19,58	-0,86

SR (índice de supervivencia en%), números de células en MRS (0.3 o 0.5% de sales biliares) / números de células en control (sin sal biliar) × 100.

Tabla 17.- Descenso de colesterol ejercido por las cepas en una solución sin sal biliar. Reducción de colesterol, ejercidas por las cepas en un caldo MRS con 0.3% de sal biliar.





**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca**
Universidad Zaragoza



Universidad Zaragoza

Autor del trabajo

Kevin Jesús Pérez Olivero

Tutora

Susana Menal Puey

Área de Nutrición y Bromatología

