



FACULTAD DE FARMACIA

Grado en Farmacia

MEJORA DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN ATLETAS QUE CONSUMEN PROBIÓTICOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Memoria de Trabajo Fin de Grado

Sant Joan d'Alacant

Junio 2020

Autor: Violeta Belda Borja

Modalidad: Revisión bibliográfica

Tutor: José Antonio Picó Monllor

Índice

Agradecimientos.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
1.1. Microbiota intestinal y rendimiento deportivo	6
1.2. Probióticos. Concepto, funciones y mecanismos	7
2. Material y métodos.....	9
2.1. Diseño.....	9
2.2. Fuente de obtención de datos.....	10
2.3. Tratamiento de la información.....	10
2.4. Selección final de artículos	10
2.5. Evaluación de la calidad metodológica	11
2.6. Extracción de datos.....	11
3. Resultados	12
4. Discusión.....	20
5. Conclusión	24
6. Bibliografía	25

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi tutor, Dr José Antonio Picó, sus orientaciones y sus consejos siempre que los he necesitado y que han hecho posibles la realización de este trabajo. Dadas las dificultades de la situación que estamos viviendo, agradecer en concreto que haya empleado parte de su tiempo en convertir esta en una tarea fácil y llevadera.



RESUMEN

Objetivo: Revisar la literatura científica existente que correlacione positivamente la ingesta de probióticos con la mejora del rendimiento deportivo.

Métodos: Revisión de los trabajos recuperados mediante revisión sistemática. Los datos se obtuvieron de la consulta directa y acceso, vía Internet, a las siguientes bases de datos bibliográficas del ámbito de ciencias de la salud: MEDLINE (vía PubMed), Embase, Scopus, The Cochrane Library y Web of Science. Se consideró adecuado el uso de los Descriptores “Athletes”, “Probiotics” y “Athletic Performace” utilizando los filtros: “Humans”, “Clinical Trial” y “Adult: 19-44 years”. Fecha de la búsqueda: marzo 2020.

Resultados: Al atribuir los criterios de inclusión y exclusión a la búsqueda se aceptaron 11 estudios para su revisión. Se evaluó la calidad de los artículos seleccionados mediante el cuestionario CONSORT, obteniendo puntuaciones que oscilaron entre 12 y 19,5 sobre una puntuación máxima de 25.

Conclusiones: Los probióticos afectan positivamente al sistema inmune, protegiendo frente a infecciones respiratorias y síntomas gastrointestinales. La mejora que supone su administración hace que un atleta pueda continuar su preparación sin necesidad de disminuir el ritmo de entrenamiento debido a infecciones y daños que producen el propio ejercicio a niveles elevados. Por lo tanto, podrá estar más preparado para las competiciones marcadas y sus objetivos personales. Existe una relación indirecta y positiva entre la ingesta de probióticos y el rendimiento deportivo de los atletas.

Palabras clave: atletas, probióticos, rendimiento atlético

ABSTRACT

Objective: To review the existing scientific literature that positively correlates the intake of probiotics with the improvement of athletic performance.

Methods: Review of the recovered works through systematic review. Data were obtained from direct consultation and access, via the Internet, to the following bibliographic databases in the field of health sciences: MEDLINE (via PubMed), Embase, Scopus, The Cochrane Library and Web of Science. It was considered adequate the use of the descriptors “Athletes”, “Probiotics” and “Athletic Performance”, using the filters: “Humans”, “Clinical Trial” and “Adult: 19-44 years”. Search date: March 2020.

Results: By attributing the inclusion and exclusion criteria to the search, 11 studies were accepted for review. The quality of the selected articles was evaluated using the CONSORT questionnaire, obtaining scores that ranged from 12 to 19.5 out of a maximum score of 25.

Conclusions: Probiotics positively affect the immune system, protecting against respiratory infections and gastrointestinal symptoms. The improvement caused by its administration means that an athlete can continue his training without having to slow down the training rate due to infections and damage that exercise itself produces at high levels. Therefore, he would be more prepared for the scheduled competitions and his personal goals. There is an indirect and positive relationship between the intake of probiotics and the athletic performance of athletes.

Keywords: athletes, probiotics, athletic performance

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Microbiota intestinal y rendimiento deportivo

El tracto gastrointestinal (GI) del ser humano alberga 100 billones de microorganismos que conforman la microbiota intestinal. Promueve la digestión y absorción de alimentos para la producción de energía del huésped. La microbiota es un componente esencial de la barrera intestinal que influye en su mantenimiento, así como en la nutrición, la regulación de la inmunidad y la inflamación sistémica¹. Una adecuada función de la misma es crucial para mantener la salud e inmunidad².

Los atletas de alto nivel soportan una gran carga de entrenamiento diario que viene acompañada por sueño alterado, extremos ambientales, descanso insuficiente, consumo restringido de alimentos y ciertas situaciones como exposición a multitudes, viajes al extranjero y falta de higiene en lugares de entrenamiento, competición, etc., en las que la exposición a patógenos puede ser elevada³. Esto se traduce en estrés físico y psicológico que provoca cambios en la homeóstasis fisiológica del atleta, estimulando el eje simpático adrenomedular (SAM) y el hipotálamo-hipofisario-adrenal (HHA). La activación de estos ejes da lugar a la liberación de catecolaminas (norepinefrina (NE) y epinefrina) y glucocorticoides en el sistema circulatorio. Además se coordinan con el sistema nervioso autónomo (SNA), que aumenta la liberación de NE y otros neurotransmisores en los tejidos periféricos como el gastrointestinal (GI). Esta comunicación bidireccional entre el SNA y el sistema nervioso entérico (SNE), el eje intestino-cerebro, regula casi todos los aspectos del paso de material a través de los intestinos. Es una respuesta al estrés que se da mediante la liberación de hormonas intestinales o moléculas de la microbiota intestinal:

- El tracto GI libera GABA, neuropéptido Y (NPY) y dopamina; hormonas involucradas en trastornos GI, ansiedad, depresión y la sensación de dolor y respuesta inmune.

- La microbiota intestinal interactúa directamente con las hormonas producidas por el estrés en los tejidos periféricos, participando en la regulación del eje HHA, produciendo ácidos grasos de cadena corta, o neurotransmisores³.

Por tanto, el estrés inducido por el ejercicio puede disminuir la función que ejerce la microbiota, lo que resulta en malestar GI, desequilibrios de hidratación, mala absorción de nutrientes y electrolitos, así como daño de la mucosa intestinal, lo que afecta negativamente al rendimiento².

1.2. Probióticos. Concepto, funciones y mecanismos

Los probióticos son microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidad adecuada ejercen un efecto beneficioso sobre la salud del huésped, mejorando su equilibrio microbiano intestinal⁴. Se les clasifica como alimentos funcionales, es decir, alimentos que además de aportar los nutrientes recomendados, ejercen efectos beneficiosos sobre una o más funciones del organismo⁵.

La especie más utilizada como probiótico en humanos es el *Lactobacillus*, ya que es una bacteria fermentadora de alimentos y desde hace años es usada para la conservación de estos, siendo potencialmente beneficiosa para la salud. Otras bacterias utilizadas son *Saccharomices boulardi*, *Clostridium butyricum*, *Escherichia coli* y diferentes especies pertenecientes a los géneros *Bifidobacterium* y *Bacillus*. Actúan como especies individuales o en cultivos mixtos con otras bacterias. Esto es debido a que los efectos inmunes de los probióticos son característicos de cada cepa (siendo imposible que uno sólo contenga todos ellos); por ello en su uso, especialmente en la práctica clínica, debe estar relacionado el beneficio concreto con la cepa específica, basado en los estudios en humanos. Las propiedades de ciertas cepas explican buenos resultados neurológicos, antimicrobianos e inmunológicos. Sin embargo, en algunos casos un determinado probiótico ejerce varios efectos beneficiosos para la salud, e

incluso diferentes cepas, especies o géneros comparten actividades probióticas, funcionando de manera similar⁶.

Aunque no se conoce exactamente su mecanismo farmacológico, los mecanismos probables consisten en la inhibición de posibles patógenos y la interacción con microorganismos comensales mediante la producción de metabolitos o enzimas útiles, comunicándose así con las células del huésped mediante señales químicas y afectando a los mecanismos inmunológicos de la mucosa. Como consecuencia, proporcionan un mejor metabolismo del tracto digestivo y un sistema inmunológico saludable (desde la prevención de alergias hasta la disminución de la inflamación y mejora de actividades infecciosas), reduciendo así el riesgo de contraer enfermedades⁶⁻⁹.

Los probióticos se producen naturalmente en alimentos fermentados, como el yogur. Sin embargo, gracias a la investigación de estos se han creado productos probióticos, los cuales han supuesto un éxito en muchas regiones del mundo. Se encuentran en diferentes formas, desde alimentos convencionales hasta medicamentos, siendo lo más común su venta como alimentos o suplementos alimentarios. Puesto que su vía de administración principal es la vía oral, la forma farmacéutica que los contiene o los alimentos, deben otorgarles protección frente a las condiciones que tiene el tracto gastrointestinal, tolerando los ácidos, la bilis y las enzimas a nivel gástrico y pudiendo adherirse posteriormente al epitelio intestinal, además de garantizar la supervivencia de los microorganismos hasta el final de su vida útil. La mayor parte de los productos probióticos comercializados son en forma de cápsulas y sobres, existiendo también en solución oral, viales, sticks, comprimidos y formas de aplicación urogenital (sticks, cápsulas vaginales, óvulos)¹⁰.

La dosis necesaria de probiótico es muy variable dependiendo de la cepa y del producto ya que, aunque en numerosos productos de venta libre la dosis se encuentra entre 1×10^9 y 10×10^9 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml), algunos de ellos han demostrado una mayor eficacia a niveles más bajos de dosificación, mientras que otros requieren mucha más⁶.

Por tanto, aunque no posible establecer una dosis exacta, ya que ésta debe estar basada en estudios humanos que demuestren un beneficio para la salud de la población, para obtener efectos positivos es recomendado el consumo de 5 mil millones de UFC durante mínimo 5 días (5×10^9 UFC/día)¹¹.

Los probióticos se aplican en numerosas situaciones clínicas entre las que encontramos la prevención del cáncer colorectal; el tratamiento y prevención de la diarrea aguda, asociada a antibióticos, producida por *Clostridium difficile* e inducida por la radiación; la erradicación de *Helicobacter pylori*; tratamiento y prevención de la encefalopatía hepática; la mejora de la respuesta inmunitaria; la enfermedad intestinal inflamatoria (EII) como son puchitis o reservoritis, colitis ulcerosa y enfermedad de Chron; síndrome del intestino irritable (SII), reduciendo la distensión abdominal y flatulencia; cólicos; malabsorción de la lactosa; enterocolitis necrotizante; Esteatosis hepática no alcohólica; y prevención de infecciones sistémicas⁶.

Con todo lo anteriormente expuesto, incluir suplementos probióticos en la dieta de los deportistas podría beneficiar a su rendimiento, ayudando al mantenimiento de la barrera intestinal, protegiendo su sistema inmune, y mejorando así su comodidad y recuperación del ejercicio. Se debe tener en cuenta la cepa utilizada, así como la dosis, el periodo de consumo y la forma de administración ya que son variables influyentes en el resultado¹².

Por tanto, el objetivo de este trabajo es revisar la literatura científica existente que correlacione positivamente la ingesta de probióticos con la mejora del rendimiento deportivo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Diseño

Revisión bibliográfica sistemática de los artículos seleccionados.

2.2. Fuente de obtención de datos

Los datos se obtuvieron de la consulta directa y acceso, vía Internet, a las siguientes bases de datos bibliográficas del ámbito de ciencias de la salud: MEDLINE (vía PubMed), Embase, Scopus, The Cochrane Library y Web of Science.

2.3. Tratamiento de la información

Se consideró adecuado el uso de los Descriptores “Athletes”, “Probiotics” y “Athletic Performace”. La ecuación final se desarrolló para su empleo en la base de datos, vía PubMed, utilizando los filtros: “Humans”, “Clinical Trial” y “Adult: 19-44 years”.

La ecuación de búsqueda final fue:

```
((("Athletes"[Mesh]) OR "Athletes"[Title/Abstract])) AND  
(("Probiotics"[Mesh]) OR "Probiotics"[Title/Abstract])) AND ((  
"Athletic Performance"[Mesh]) OR "Athletic Performance"[Title/Abstract])  
Filters: Clinical Trial; Humans; Adult: 19-44 years
```

Esta estrategia se adaptó a cada una del resto de bases de datos consultadas. La búsqueda se realizó en marzo 2020.

2.4. Selección final de artículos

Se escogieron para su estudio los artículos, en cualquier idioma, que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: adecuarse a los objetivos de la búsqueda (probióticos en el rendimiento deportivo), ser ensayos clínicos publicados en revistas revisadas por pares y de los cuales se podía recuperar el texto completo del artículo. Se excluyeron aquellos que no hubiesen sido realizados en humanos y los que no hubiesen sido realizados en personas adultas entre 19 y 44 años.

2.5. Evaluación de la calidad metodológica

La calidad de los artículos seleccionados se evaluó de acuerdo con las directrices de CONSORT (*CONsolidated Standards Of Reporting Trials*)¹³, que contiene un listado de 25 aspectos esenciales (ítems) que deben describirse y evaluarse en la publicación de dichos estudios. En cada artículo seleccionado, se asigna una puntuación (de 0 a 1) dependiendo de si contenían la información mencionada en CONSORT. Si la evaluación de un ítem no era aplicable, no se puntuaba (NA). En el caso de que un ítem estuviese compuesto de varios puntos, éstos se evaluaban independientemente y se les realizaba posteriormente un promedio, de manera que su puntuación no pudiese ser mayor de uno.

2.6. Extracción de datos

Los artículos se agruparon según las variables de estudio para así sistematizar y facilitar la comprensión de los resultados. Se consideraron los siguientes datos: primer autor y año de publicación, diseño del estudio, población del estudio, periodo de seguimiento, país donde se realizó el seguimiento, intervenciones realizadas y principales resultados obtenidos.

3. RESULTADOS

De la búsqueda realizada en las diferentes bases de datos, se obtuvieron 19 referencias, de las cuales 4 (21,05%) fueron encontradas por búsqueda manual y el resto provenían de bases de datos consultadas: 7 de MEDLINE (36,84 %), 3 de la Cochrane Library (15,79%) y 5 de Scopus (26,32%). De todos ellos, 7 artículos (36,84%) fueron eliminados por estar repetidos en una o varias bases de datos. Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para finalizar con la identificación y selección de estudios incluidos en esta revisión (Figura 1).

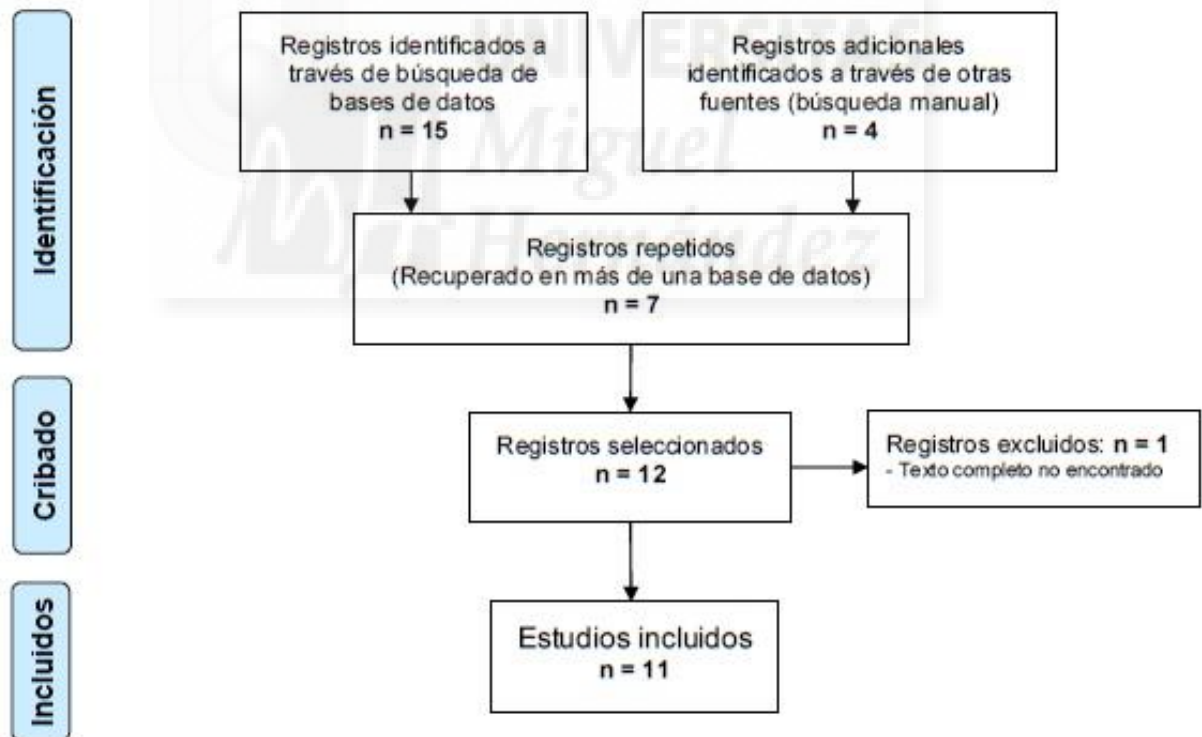


Figura 1 – Identificación y selección de estudios¹⁴

Se incluyeron 11 trabajos que cumplieron los requisitos propuestos y, por tanto, fueron aceptados para su revisión (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los estudios evaluados sobre probióticos y atletas

Autor/año	Diseño	Población	Periodo de seguimiento	País	Intervención	Resultados
Roberts JD, 2016 ¹⁵	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n=30 Ge n = 10 + 10 Gc n = 10 H/M = 25/5 Edad media = 35 ± 1 años	12 semanas	Inglaterra	Cápsulas diarias con: 150 mg de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (10×10^9 UFC LA CUL-60 y 10×10^9 UFC LA CUL-21); 16,8 mg <i>Bifidobacterium bifidum</i> y <i>lactis</i> (9.5×10^9 UFC <i>Bb bifidum</i> CUL-20 y 0.5×10^9 UFC <i>Bb animalis subespecie lactis</i> CUL-34) y 55.8 mg fructooligosacáridos con o sin antioxidante.	Se redujeron las unidades de endotoxinas y favorecieron la ausencia de síntomas gastrointestinales de forma que aumentaron el rendimiento, aunque no significativamente.
Gleeson M., 2012 ¹⁶	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 54 Ge n = 27 Gc n = 27 Edad Media = 23,9 ± 4,7 años	4 meses	Inglaterra	<i>Lactobacillus salivarius</i> (2×10^{10} UFC) en polvo disuelto en agua diario.	La estrategia no tuvo resultados significativos que ayudasen en el rendimiento deportivo.
Gleeson M., 2016 ¹⁷	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 268 Ge = 137 Gc = 113 H/M = 156/112 Edad Media = 21 ± 3 años	20 semanas	Inglaterra	Una bebida con leche fermentada y <i>Lactobacillus casei Shirota</i> (6.5×10^9 UFC) al día	No hubo resultados significativos en cuanto al resfriado común. Se redujeron los títulos de anticuerpos en plasma de CMV y EBV, lo que puede interpretarse como un beneficio para el sistema inmune, y por tanto para el rendimiento.

Cox A.J., 2008 ¹⁸	Ensayo cruzado, aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 20 Edad media = 27,3 años	4 meses	Australia	Cápsulas de <i>Lactobacillus fermentum</i> cepa VRI-003 (1.26x 10 ¹⁰ UFC) al día	Reducción significativa en el número de días de síntomas de enfermedades respiratorias y una tendencia hacia una menor gravedad de la enfermedad.
Strasser B, 2016 ¹⁹	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 33 (29) Ge n = 17 Gc n = 16 H/M = 13/16 Edad Media = 26,7 años	3 meses	Austria	Polvos con <i>Bifidobacterium bifidum</i> W23, <i>Bifidobacterium lactis</i> W51, <i>Enterococcus faecium</i> W54, <i>Lactobacillus acidophilus</i> W22, <i>Lactobacillus brevis</i> W63, y <i>Lactococcus lactis</i> W58 disueltos en agua (10 ¹⁰ UFC) al día	Se redujo la frecuencia de URTI en atletas sometidos a un entrenamiento de resistencia, lo que puede beneficiar la eficacia del entrenamiento.
Huang WC., 2019 ²⁰	Ensayo experimental aleatorizado, doble ciego, controlado.	n ₁ = 18 Ge ₁ n = 9 Gc ₁ n = 9 n ₂ = 16 Ge ₂ n = 8 Gc ₂ n = 8	8 semanas	China	Dos cápsulas de <i>Lactobacillus plantarum</i> PS128 (3,5 x 10 ¹⁰ UFC) al día	Se observaron efectos beneficiosos sobre el mantenimiento del rendimiento del ejercicio, mediante la modulación de la inflamación, la oxidación y el metabolismo.
Kekkonen RA., 2007 ²¹	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 141 Ge n = 70 Gc n = 71 H/M = 125/16 Edad Media = 40 años	5 meses	Finlandia	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG Administración mediante dos botellas de LGG de 65 mL diarias (4 x 10 ¹⁰ UFC) o cápsulas en su lugar.	La estrategia pareció acortar la duración de los episodios de síntomas gastrointestinales.

Jager R., 2016 ²²	Ensayo experimental, controlado, simple ciego	n = 29 Edad Media = 21,5 ± 2,8 años	7 semanas	EEUU	<i>Bacillus coagulans</i> GBI-30, 6086 (10 ¹² UFC) y 20g de caseína diarios.	La estrategia redujo los índices de daño muscular, mejoró la recuperación y mantuvo el rendimiento físico posterior al ejercicio perjudicial.
West N., 2011 ²³	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 97 Gc n = 47 Ge n = 50 H/M = 64/35 Edad Media = 35 ± 9 años	11 semanas	Australia	Una cápsula de <i>Lactobacillus fermentum</i> VRI-003 PCC ® (10 ⁹ UFC) al día.	Se redujo sustancialmente la gravedad de los síntomas autoinformados y la carga de enfermedad de las enfermedades respiratorias inferiores.
Gleeson M., 2011 ²⁴	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 58 Ge n = 32 Gc n = 26 Edad Media = 32 ± 14 años	4 meses	Inglaterra	Recipientes sellados de 65 ml con <i>Lactobacillus casei</i> Shirota (6,5 x 10 ⁹ UFC). Dos recipientes al día.	La estrategia redujo la frecuencia de URTI, lo que puede estar relacionado con un mejor mantenimiento de los niveles de IgA en la saliva.
Marinkovic D., 2011 ²⁵	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado	n = 39 Ge n = 20 Gc n = 19 H/M = 29/10 Edad Media = 23,2 ± 2,6 años	14 semanas	EEUU	Cápsulas de <i>Lactobacillus helveticus</i> Lafti® L10 (2 x 10 ¹⁰ UFC).	La cepa probiótica Lafti® L10 puede ser un suplemento nutricional beneficioso para la reducción de la longitud de URTI en atletas de élite.

Ge: Grupo estudio. **Gc:** Grupo control. **H/M:** Hombres/Mujeres. **LA:** *Lactobacillus acidophilus*. **Bb:** *Bifidobacterium*. **CMV:** Citomegalovirus. **EPV:** Epstein Barr. **URTI:** Upper respiratory tract infection (infección del tracto respiratorio superior). **LGG:** *Lactobacillus rhamnosus* GG. **UFC:** Unidades Formadoras de Colonias

Se evaluó la calidad de los artículos seleccionados empleando la guía CONSORT¹³, cuyos resultados oscilaron entre 12,00 y 19,50 (Tabla 2) sobre una puntuación máxima de 25,00, con una media de 16,88.



Tabla 2. Análisis de la calidad metodológica de los estudios a través de los 25 ítems de valoración de la guía CONSORT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	Total (%)
Roberts 2016	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	NA	0,5	1	0,5	0	1	1	0,5	1	0	1	0,5	1	0	0	1	16	64
Gleeson 2012	0,5	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0	1	1	0,5	0,5	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	16,5	66
Gleeson 2016	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1	0	0,5	1	1	1	0,5	1	0,5	1	0	1	0	1	0	0	1	17	68
Cox 2008	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	16,5	66
Strasser 2016	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	18	72
Huang 2019	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0	1	0	1	0,5	0,5	0	1	1	0,5	0	0	0	1	1	0	0	1	12	48
Kekkone n 2007	0,5	1	0,5	1	1	0,5	0	0,5	1	0	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	16,5	66
Jager 2016	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	0	1	0,5	1	0,5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	19,5	78
West 2011	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	19,5	78
Gleeson 2011	0,5	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0	1	0,5	1	0,5	0	1	1	1	0	0,5	1	1	0	0	1	16	64
Marinkovic 2016	0,5	1	0,5	0,75	1	0,5	0,5	1	1	0	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	18,3	73

De los estudios seleccionados, hay cinco estudios^{15, 17, 19, 22, 25} que se publicaron en 2016, uno²⁰ en 2019 y cinco^{16, 18, 21, 23, 24} entre 2007 y 2012.

Los once ensayos clínicos incluidos en esta revisión son aleatorizados y controlados con placebo. Diez de ellos^{15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25} son doble ciego, y el restante (Jager R. et al.²²) es ciego simple. El estudio de Cox et al.¹⁸ es cruzado.

El origen de los estudios fue variado, con un ligero predominio de países europeos como Inglaterra^{15, 16, 17, 24}, Austria¹⁹ y Finlandia²¹: en total, seis estudios. Los restantes estudios se distribuyeron en diferentes países como Australia^{18, 23}, China²⁰ y Estados Unidos^{22, 25}. Todos los artículos fueron redactados en inglés. De los cuatro realizados en Inglaterra, tres de ellos eran del mismo autor, Gleeson et al., y fueron publicados entre 2011 y 2016. El resto de estudios tenían autores diferentes cada uno.

La edad media de la población recogida en los trabajos oscilaba entre 21 y 40 años, habiendo tan solo uno en el que no aparecía la edad de los participantes: Huang et al.²⁰. Estos resultados son acorde al filtro aplicado en la selección de los artículos (Adult: 19-44 years). Por otro lado, el número de participantes en los ensayos es muy variable, desde veinte hasta doscientos sesenta y ocho atletas. En cuanto a la distribución por sexo, se observó que prevalecía el sexo masculino^{15, 17, 21, 23, 25}, excepto en uno de ellos en el que la participación del sexo femenino fue superior¹⁹. Los restantes^{16, 18, 20, 22, 24} no especificaron el sexo de los participantes.

El periodo de seguimiento oscila entre siete semanas y cinco meses, concentrándose la mayoría de artículos entre tres y cuatro meses. Las afecciones más estudiadas fueron los síntomas gastrointestinales (GIs) y las infecciones del tracto respiratorio superior (URTI) e inferior.

Las intervenciones aplicadas difirieron en las especies utilizadas y sus cepas, así como su posología y forma de administración. En ocho^{16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25} de los once artículos, utilizaron diferentes especies del género *Lactobacillus*, como *L. salivarius*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. helveticus*, *L. Fermentum* y *L. casei*. Dos estudios investigaron combinaciones de diferentes bacterias. Un estudio¹⁵ utilizó la combinación de diferentes probióticos

(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* y *Bifidobacterium animalis*) junto a prebióticos (fructooligosacáridos), diferenciando dos grupos estudio, en uno de los cuales se añadían antioxidantes. El trabajo de Strasser et al.¹⁹ combinó *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus brevis* y *Lactococcus lactis*. Por último, Jager et al.²² combinó la bacteria *Bacillus coagulans* junto con la proteína caseína.

Respecto a la administración de probióticos predominaron cápsulas, utilizadas en cinco de los once estudios; polvo mezclado con agua, en dos de ellos; en forma de bebida, en otros dos; y dando a los participantes la elección de consumir el probiótico en líquidos o cápsulas con la misma concentración (Kekkonen et al.²¹). Este último facilitaba a los atletas las cápsulas de forma que pudiesen viajar a sus competiciones y continuar con el estudio. Jager et al.²² no especificaba en su ensayo la forma en la que se consumía el probiótico.



4. DISCUSIÓN

Según los estudios analizados, la intervención de los probióticos coadyuva en el mantenimiento de la salud del atleta. Por tanto, de forma indirecta, los probióticos posibilitan la mejora del rendimiento deportivo al proteger su sistema inmune.

En los artículos revisados en este trabajo se han estudiado las diferentes bacterias con actividad probiótica con el fin de encontrar un aumento de rendimiento o efectividad en las actividades deportivas de los atletas que consumen dichos productos. El género más utilizado fue *Lactobacillus*. Esto quizá se deba a que, además de haberse demostrado su funcionalidad en numerosas investigaciones^{15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25}, gran parte de los productos probióticos comercializados contienen esta bacteria, teniendo disponibilidad mundial y siendo de los más populares, de forma que se puede acceder a ellos sin dificultades⁶.

Los probióticos se han utilizado con éxito para prevenir las infecciones respiratorias, sobre todo de tracto superior (URTI) mediante diferentes estrategias. Según el trabajo de Gleeson et al.²⁴, el *Lactobacillus casei* Shirota (LcS) ha demostrado reducir URTI en un 50% al mantener los niveles de IgA, cuya disminución se asocia a un mayor riesgo de infección²⁶.

También los resultados de Cox et al.¹⁸ avalan que el *Lactobacillus fermentum* aumenta los niveles de IFN γ , lo que implica un aumento en la actividad mediada por Th1 y, por tanto, una activación del sistema inmune²⁷ con lo que existe una relación positiva en la reducción de la frecuencia y gravedad de URTI. También, West et al.²³ con el mismo probiótico obtienen resultados positivos para URTI pero solo en atletas masculinos. Por lo tanto se requiere una investigación con mujeres de manera más específica.

Lactobacillus helveticus Lafti también redujo la duración y gravedad de URTI, aunque no significativamente. Sin embargo los resultados del estudio muestran un aumento significativo en la proporción de células CD4+/CD8+ (Marinkovic et

al.²⁵). Este parámetro inmunológico es aparentemente sensible a las altas cargas de entrenamiento y disminuye con la actividad física extenuante, además de estar relacionado con enfermedades virales²⁸, lo que contribuye favorablemente al sistema inmune de los atletas y a su rendimiento. Estos resultados son coincidentes con Glesson et al.¹⁷ que observaron una reducción de títulos de anticuerpos contra el virus del herpes, investigando de nuevo LcS.

Sin embargo, los estudios de Gleeson et al.¹⁶ y Kekkonen et al.²¹, *Lactobacillus salivarius* y *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) presentaron resultados negativos en URTI. En el segundo caso²¹, posiblemente es debido a que el momento de la intervención fue el verano, en la que es menos común sufrir estas infecciones por lo que puede haberse contrarrestado cualquier pequeño efecto beneficioso que los probióticos pudieran haber tenido sobre las variables medidas en la investigación. En el caso de Gleeson et al.¹⁶, probablemente se debe a que la cepa no tiene influencia sobre URTI. Ya que la dosis (2×10^{10} UFC) y forma farmacéutica (polvo disuelto en agua) utilizadas, así como la duración de la intervención (16 semanas) son similares con el resto de estudios, no es posible relacionarlas con la falta de resultados significativos.

De acuerdo con estos resultados, *L. casei* shirota, *L. helveticus* (Lafti L10) y *L. fermentum* disminuyen o previenen URTI. La ingesta de estas cepas resulta beneficiosa para favorecer al sistema inmune de los atletas, facilitando la efectividad y continuidad de los entrenamientos, lo que podría mejorar el rendimiento.

Por otra parte, los síntomas gastrointestinales, representan un problema en el rendimiento deportivo²⁹⁻³⁰. Hay gran cantidad de estudios que evidencian los beneficios de la administración de probióticos en tratamientos gastrointestinales, principalmente la diarrea⁶. Sin embargo, se sabe relativamente poco sobre estos síntomas en atletas durante los periodos de entrenamiento, puesto que el ejercicio intenso y prolongado aumenta la permeabilidad gastrointestinal (Jäger et al.²²). Según Roberts et al.¹⁵ combinó diferentes especies de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* junto a un prebiótico (fructooligosacáridos) y antioxidantes (ácido α -lipoico y acetil

carnitina) que redujeron los niveles de endotoxinas tras ejercicio de resistencia, lo cual redujo la incidencia de episodios GIs. Sin embargo, la estrategia probiótica sin antioxidantes pareció ser más efectiva en el rendimiento durante una competición de resistencia. También Kekkonen et al.²¹, comprobó la relación positiva entre el probiótico *Lactobacillus rhamnosus* GG y la menor duración de episodios gastrointestinales.

Se sabe que correr largas distancias puede afectar la integridad de la mucosa gástrica e intestinal y aumentar su permeabilidad³¹. Los atletas, especialmente los corredores de larga distancia, sufren trastornos GI, y el tratamiento con probióticos podría ayudar a disminuir estos problemas.

Otro factor que interviene en la disminución del rendimiento deportivo es la fatiga, la cual también puede ser resultado de alteraciones en el sistema nervioso central. Esto se conoce como fatiga central y se asocia a disminuciones del rendimiento deportivo. Una probable causa de su aparición es por aumentos de serotonina en el cerebro, en respuesta del aumento de la entrega de triptófano (Trp) al cerebro y, en consecuencia, a la disminución de sus niveles séricos. Los probióticos mantienen los niveles séricos de Trp más altos tras el ejercicio de resistencia, disminuyendo la fatiga. Strasser et al.¹⁹, mediante una estrategia probiótica multigénica, relacionaron estos resultados con una mayor adherencia al entrenamiento (soportando mayores cargas de entrenamiento) y afectando así positivamente al rendimiento.

La fatiga, además, afecta al proceso de recuperación tras el ejercicio prolongado, disminuyendo el rendimiento durante esta fase. Esto ocurre por los altos niveles de citoquinas responsables de la inflamación y de marcadores del estrés oxidativo que son producidos tras el ejercicio. El trabajo de Huang et al.²⁰ con *Lactobacillus plantarum* PS128 obtuvo una relación positiva entre la reducción de los niveles de ambos marcadores y la mejora del sistema inflamatorio del atleta, lo que se traduce en el mantenimiento del rendimiento durante el proceso de fatiga.

Otras estrategias para el mantenimiento del rendimiento sugieren la combinación de probióticos con proteínas, ya que éstos favorecen su absorción

y asimilación en el organismo. *Bacillus coagulans* administrado con caseína redujo el daño muscular inducido por el ejercicio y ayudó a la recuperación durante la fatiga (Jager²²). Las proteínas de suero producen mayores ganancias de fuerza y masa muscular en comparación con la caseína²², pudiendo haber obtenido mejores resultados con su sustitución.

Tanto Huang et al.²⁰ como Jager et al.²² enfocaron sus investigaciones hacia el rendimiento en mayor medida que el resto de estudios, obteniendo resultados positivos.

Parece existir una relación positiva entre la ingesta de probióticos y la mejora del sistema inmune. No obstante, dicha relación no se obtiene con la ingesta de una cepa específica o una combinación única de diferentes probióticos. Quedan muchos aspectos por resolver, como qué se quiere mejorar, e incluso en qué época del año se va a necesitar ese aumento o mantenimiento de rendimiento.

Este trabajo contiene las limitaciones propias de los estudios revisados. Algunos de ellos, el periodo de seguimiento de la intervención es escaso y la población sobre la que se estudia no siempre son atletas que se les haya realizado un seguimiento exhaustivo en alimentación, antes o después del entrenamiento. Además se encontraron pocos ensayos que estudiaran los efectos de los probióticos concretamente en la población atleta. Puesto que las fechas de publicación de los artículos encontrados comprenden entre 2007 y 2019, hace tan solo unos pocos años que empezaron a investigarse dentro de este campo, habiendo por tanto una gran escasez de evidencia sobre la toma de probióticos y su relación con el rendimiento atlético. A esto se le suma un bajo número de participantes en algunos de los estudios, pudiendo carecer los resultados obtenidos del rigor científico esperado.

No existen dos probióticos exactamente iguales, por lo que los resultados de estudios que empleen diferentes especies o cepas no deben considerarse reproducibles, siendo necesario investigar específicamente la eficacia de cada una de ellas¹⁶. Además los estudios demuestran que se necesita un tiempo mínimo de intervención para conseguir una respuesta inmune positiva en los

atletas^{17, 23, 24, 25}, sin embargo, este periodo tampoco se ha establecido con exactitud. Esto mismo ocurre con la dosis: la cantidad requerida de probióticos es única para cada individuo y se basa en el estado físico, metabólico y mental del huésped³². Por lo tanto, debido a la heterogeneidad de las intervenciones de los ensayos revisados no es posible determinar la forma óptima de administrar los suplementos.

5. CONCLUSIÓN

El ejercicio intenso puede causar estrés oxidativo, daño muscular, inflamación y alteración inmune, aumentando el riesgo de infecciones. Estas complicaciones pueden afectar seriamente la capacidad de un atleta para entrenar, por lo que es extremadamente importante que los atletas se mantengan saludables durante los períodos de entrenamiento.

Los probióticos afectan positivamente al sistema inmune, protegiendo frente a infecciones respiratorias y síntomas gastrointestinales. La mejora que supone la administración de probióticos hace que un atleta pueda continuar su preparación sin necesidad de disminuir su ritmo de entrenamiento debido a infecciones y daños que produce el propio ejercicio a niveles elevados. Por lo tanto, podrá estar más preparado para las competiciones marcadas y sus objetivos personales. Existe una relación indirecta y positiva entre la ingesta de probióticos y el rendimiento deportivo de los atletas.

A la vista de estos resultados, se podría realizar un estudio de intervención con un mayor número de participantes y días de consumo, administrando el probiótico *Lactobacillus plantarum* PS128 junto a proteínas de suero.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. O'Hara AM., Shanahan F. The gut flora as a forgotten organ. *EMBO J.* 2006; 7:688-693.
2. Neish A. Microbes in gastrointestinal health and disease. *Gastroenterology.* 2009;136:65-80.
3. Clark A., Mach N. Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: A systematic review for athletes. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2016; 24:43.
4. FAO. Probiotics in food. *Food Nutr Pap.* 2001; 85:71
5. Reig A., Blanco J. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Aliment Nutr.* 2002; 16(1):63-8
6. Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, et al. Probiotics and prebiotics. Milwaukee, USA: World Gastroenterology Org. 2008; 22. [Google scholar]
7. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2014; 11(8):506-14
8. Isolauri E. Probiotics in human disease. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73:1142-6
9. Ritchie ML, Romanuk TN. A Meta-Analysis of Probiotic Efficacy for Gastrointestinal Diseases. *PLoS One.* 2012; 7(4):e34938.
10. Sánchez M., Ruiz M., Morales M. Probiotic microorganisms and health. *Ars Pharm.* 2015; 56(1): 45-59
11. Gupta V, Garg R. Probiotics. *Indian J Med Microbiol.* 2009; 136: 2015-2031.
12. Jäger R, Mohr AE, Carpenter KC, Kerksick CM, Purpura M, Moussa A, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019; 16(1):62
13. Eldridge SM, Chan CL, Campbell MJ, Bond CM, Hopewell S, Thabane L, et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ.* 2016; 355:i5239.

14. Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G.; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009, 6, e1000097.
15. Roberts J., Suckling C., Peedle G., Murphy J., Dawkins T., Roberts M. (2016). An Exploratory Investigation of Endotoxin Levels in Novice Long Distance Triathletes, and the Effects of a Multi-Strain Probiotic/Prebiotic, Antioxidant Intervention. *Nutrients*, 8(11), 733.
16. Gleeson M., Bishop N. C., Oliveira M., McCauley T., Tauler P., Lawrence C. Effects of a *Lactobacillus salivarius* Probiotic Intervention on Infection, Cold Symptom Duration and Severity, and Mucosal Immunity in Endurance Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2012; 22(4), 235–242.
17. Gleeson M., Bishop N. C., Struszczyk L. Effects of *Lactobacillus casei* Shirota ingestion on common cold infection and herpes virus antibodies in endurance athletes: a placebo-controlled, randomized trial. *European Journal of Applied Physiology*. 2016; 116(8), 1555–1563.
18. Cox A. J., Pyne D. B., Saunders P. U., Fricker P. A. Oral administration of the probiotic *Lactobacillus fermentum* VRI-003 and mucosal immunity in endurance athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 2008; 44(4), 222-226.
19. Strasser B., Geiger D., Schauer M., Gostner J., Gatter H., Burtscher M., et al. Probiotic Supplements Beneficially Affect Tryptophan-Kynurenine Metabolism and Reduce the Incidence of Trained Athletes: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*. 2016; 8(11): 752.
20. Huang W.-C., Wei C.-C., Huang C.-C., Chen W.-L., Huang H.-Y. The Beneficial Effects of *Lactobacillus plantarum* PS128 on High-Intensity, Exercise-Induced Oxidative Stress, Inflammation, and Performance in Triathletes. *Nutrients*. 2019; 11(2): 353.
21. Kekkonen, R. A., Vasankari, T. J., Vuorimaa, T., Haahntela, T., Julkunen, I., & Korpela, R. The Effect of Probiotics on Respiratory Infections and Gastrointestinal Symptoms during Training in Marathon Runners.

- International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2007; 17(4): 352–363.
22. Jäger R, Shields KA, Lowery RP, De Souza EO, Partl JM, Hollmer C, Purpura M, Wilson JM. 2016. Probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 reduces exercise-induced muscle damage and increases recovery. *PeerJ*. 2016; 4:e2276
23. West N. P., Pyne D. B., Cripps A. W., Hopkins W. G., Eskesen D. C., Jairath A., et al. *Lactobacillus fermentum* (PCC®) supplementation and gastrointestinal and respiratory-tract illness symptoms: a randomised control trial in athletes. *Nutrition Journal*. 2011; 10(1).
24. Gleeson M., Bishop N. C., Oliveira M., Tauler P. Daily Probiotic's (*Lactobacillus casei*Shirota) Reduction of Infection Incidence in Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2011; 21(1), 55-64.
25. Marinkovic D., Minic R., Dikic N., Andjelkovic M., Kostic-Vucicevic M., Stojmenovic T., et al. *Lactobacillus helveticus* Lafti L10 supplementation reduces respiratory infection duration in a cohort of elite athletes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2016; 41:782–789.
26. Fahlman M.M., Engels H.J. Mucosal IgA and URTI in American college football players: A year longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005; 37(3): 374–380.
27. Serrano Hernández, A. Células colaboradoras (TH1, TH2, TH17) y reguladoras (Treg, TH3, NKT) en la artritis reumatoide. *Reumatología Clínica*. 2009; 5:1–5.
28. Giraldo-Prieto M., Vasquez G., Gómez L., Uribe O. Respuesta inmunológica con el ejercicio. *Revista Colombiana de Reumatología*. 2002; 9:251.
29. Pyne DB, West NP, Cox AJ, Cripps AW. Probiotics supplementation for athletes – Clinical and physiological effects, *European Journal of Sport Science*. 2015; 15(1):63-72

30. Pugh JN, Fearn R., Morton JP, Close GL. Gastrointestinal symptoms in elite athletes: time to recognise the problem? *British Journal of Sports Medicine*. 2017; 52(8): 487–488.
31. Salinero, J. J. Problemas digestivos y deporte de resistencia. *EFDeportes* [Internet]. 2013(176) [Consultado 21 May 2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd176/problemas-digestivos-y-deporte-de-resistencia.htm>
32. Sivamaruthi B., Kesika P., Chaiyasut C. Effect of Probiotics Supplementations on Health Status of Athletes. *Int J Environ Res Salud Pública*. 2019; 16(22): 4469.

